ECOSISTEMELE DIN ROMÂNIA

Sub redacția:
CONSTANTIN PÂRVU

©RedAlert 2013



@RedAbaris 2013

@RedAbaris 2013

@RedAbaris 2013

ECOSISTEMELE
DIN ROMÂNIA

@RedAbaris 2013

@RedAbaris 2013

ECOSISTEMELE DIN ROMÂNIA

SUB REDACȚIA — Prof. Dr. CONSTANTIN PÂRVU



EDITURA CERES
București — 1980

@RedAvaris 2013

AUTORI:

Prof. univ. Dr. AUREL C. BANU, Dr. Doc. PETRU BĂNĂRESCU, Dr. Ing. CONSTANTIN BÎNDIU, Dr. ION CHIOSILĂ, Cercetător ION DIACONU, Dr. MARIOARA GODEANU, Dr. STOICA GODEANU, Academician ȘTEFAN MILCU, Dr. ION MIRON, Cercetător COSTICĂ MISĂILĂ, Dr. TEODOR T. NALBANT, Lector univ. dr. PETRE NEACȘU, Dr. ȘTEFAN NEGREA, Dr. MIHAELA PAUCĂ-COMĂNESCU, Prof. Dr. CONSTANTIN PĂRVU, Prof. ELENA PĂRVU, Academician EUGEN PORA, Dr. Doc. LUDOVIC RUDESCU, membru corespondent al Academiei R.S.R., Lector univ. dr. PANTELIMON ULARU, Dr. ANA ZAMFIRESCU, Dr. VICTOR ZINEVICI.

Desenator: **Murgu Florica**
Supracoperta și coperta: **Val Munteanu**

@RodArhiș 2013

CUPRINS

Prefață 9

Introducere (C. P î r v u) 13

1. Modalități de abordare a problemelor de ecologie (I. D i a c o n u) 15

2. Ecosistemul, unitate fundamentală structurală și funcțională a biosferei (I. D i a c o n u) 18
2.1. Componentele ecosistemului 18
2.1.1. Biotopul 18
2.1.2. Biocenoza 21
2.2. Caracterizarea generală a ecosistemului 28
2.2.1. Clasificarea ecosistemelor 28
2.2.2. Subdiviziunile ecosistemelor 30
2.3. Structura și funcțiile ecosistemului 31
2.3.1. Structura ecosistemului 31
2.3.2. Funcțiile ecosistemului 32
2.3.3. Structura trofică și relațiile trofice ale ecosistemului 33
2.3.4. Circuitul materiei în ecosistem 37
2.3.5. Funcția energetică în ecosistem 39
2.4. Succesiunea ecologică 40
3. Acțiunea omului asupra naturii (S. G o d e a n u) 42
3.1. Influența omului asupra proceselor geochimice 42
3.2. Influența omului asupra reliefului 44
3.3. Influența omului asupra climei 44
3.4. Influența omului asupra hidrosferei 45
3.5. Influența omului asupra pedosferei 46
3.6. Influența omului asupra biosferei 46
3.7. Poluarea și efectele ei 47
3.8. Radioactivitatea și implicațiile ei asupra organismelor vii (I. C h i o s i l ă) 51
4. Originea faunei și florei României (P. B ă n ă r ă s c u) 55
5. Ecosistemele naturale 61
5.1. Ecosisteme acvatice 61
5.1.1. Lacul (C. P î r v u) 61
5.1.1.1. Geneza lacurilor 61
5.1.1.2. Factorii mediului lacustru 68

@RedAbaris 2013

5.1.1.3. Biocenozele lacustre ... 69
5.1.1.4. Interrelația biotop-biocenoză ... 79
5.1.1.5. Funcționarea ecosistemului lacustru ... 80
5.1.2. Balta (C. Pîrvu) ... 86
5.1.2.1. Factorii de mediu ... 86
5.1.2.2. Biocenozele bălților ... 88
5.1.2.3. Interrelația biotop-biocenoză ... 91
5.1.2.4. Dinamica ecosistemului ... 91
5.1.3. Mlaștină (C. Pîrvu) ... 92
5.1.3.1. Geneza mlaștinilor ... 93
5.1.3.2. Tipuri de mlaștini ... 93
5.1.4. Ape cu caractere speciale (S. Godeanu) ... 104
5.1.4.1. Lacuri termale ... 105
5.1.4.2. Lacuri sărate ... 106
5.1.5. Apele curgătoare (V. Zinevici; S. Godeanu) ... 109
5.1.5.1. Caracterizare generală ... 109
5.1.5.2. Caracteristici fizico-chimice ... 110
5.1.5.3. Caracteristici biologice; adaptarea organismelor la curentul apei 111
5.1.5.4. Biotopi și biocenoze ... 117
5.1.5.5. Acțiunea factorului uman asupra ecosistemelor apelor curgătoare 128
5.1.6. Marea Neagră (T. T. Nalbant) ... 131
5.1.6.1. Evoluția paleogeografică a Mării Negre și a vieții din ea ... 131
5.1.6.2. Condiții de mediu ... 134
5.1.6.3. Domeniile de viață și biocenozele din Marea Neagră ... 138
5.2. Ecosisteme terestre (P. Pauca, C. Bîndiu, F. Ularu, A. Zamfirescu) 147
5.2.1. Categorii de ecosisteme terestre ... 147
5.2.2. Principalele grupe de ecosisteme terestre ... 149
5.2.3. Distribuția geografică a ecosistemelor terestre în România ... 150
5.2.3.1. Ecosisteme de pădure ... 153
5.2.3.2. Ecosisteme de tufărișuri ... 179
5.2.3.3. Ecosisteme de pajiște ... 183
5.3. Ecosisteme subterane (St. Negrea) ... 197
5.3.1. Ecosisteme subterane terestre ... 199
5.3.1.1. Mediile subterane terestre ... 199
5.3.1.2. Factorii ecologici ai domeniului subteran terestru ... 203
5.3.1.3. Categoriile ecologice ale faunei subterane terestre ... 206
5.3.1.4. Ecosistemele cavernicole terestre ... 207
5.3.2. Ecosisteme subterane acvatice ... 217
5.3.2.1. Mediile subterane acvatice ... 218
5.3.2.2. Factorii ecologici ai domeniului subteran acvatic ... 220
5.3.2.3. Categoriile ecologice ale faunei subterane acvatice ... 222
5.3.2.4. Ecosisteme cavernicole acvatice ... 222
6. Biomul Deltei Dunării (L. Rudescu, M. Godeanu) ... 226
6.1. Brațele Dunării ... 229
6.2. Canalele ... 231
6.3. Ghiolurile — Lacurile ... 232
6.4. Japșele ... 233
6.5. Apele salmastre ... 233
6.6 Terenurile inundabile ... 235
6.7 Plaurii ... 235

@RodVaris 2013

6.8. Grindurile 237
6.9. Pajiştile de luncă 238
6.10. Pădurile de sălcii 238
6.11. Avandelta 239
6.12. Fauna ornitologică şi mamalogică a Deltei Dunării 239
7. Ecosisteme antropizate 241
7.1. Lacuri de baraj şi lacuri de acumulare (I. M i r o n) 241
7.1.1. Factorii mediului 242
7.1.1.1. Factori fizici şi chimici 242
7.1.2. Formaţiuni biocenotice în lacurile de acumulare şi de baraj 243
7.1.2.1. Pelagosul 243
7.1.2.2. Bentosul 244
7.1.3. Importanţa economico-piscicolă a lacurilor de baraj şi a lacurilor de acumulare 245
7.2. Iazuri şi heleştee piscicole (C. M i s ă i l ă) 245
7.2.1. Factorii mediului 246
7.2.1.1. Factori fizici şi chimici 246
7.2.2. Biocenozele 247
7.2.3. Procese ecologice 250
7.3. Iazurile de epurare a apelor uzate (S. G o d e a n u) 252
7.4. Agroecosistemele (P. N e a c ş u, E l e n a P î r v u) 255
7.4.1. Caracteristicile ecosistemelor agricole 256
7.4.2. Originea terenurilor agricole 257
7.4.3. Originea plantelor cultivate 259
7.4.4. Originea animalelor din ecosistemele agricole 261
7.4.5. Monoculturile 263
7.4.6. Protecţia plantelor de cultură 265
7.4.7. Agricultură ecologică 265
7.4.8. Principalele agroecosisteme din România 265
7.4.8.1. Agroecosistemul cerealier 266
7.4.8.2. Agroecosistemul legumicol 273
7.4.8.3. Agroecosistemul viticol 275
7.4.8.4. Agroecosistemul pomicol 279
7.5. Satele şi oraşele (E. A. P o r a) 281
7.5.1. Ecosistemul de la sate 283
7.5.2. Ecosistemul de la oraşe 284
8. Caracterizarea generală a ecosistemelor (C. P î r v u) 289
9. Educaţia ecologică în relaţia om-biosferă (Ş t e f a n M i l c u, A u r e l B a n u) 291
Bibliografie 297

PREFAȚĂ

În lumea întreagă se manifestă o sporire a interesului pentru ecologie ca urmare a expansiunii nestăvilite a omenirii care amenință din ce în ce mai grav echilibrele biologice pe baza cărora dăinuie natura. Bogatul cadru natural al țării noastre a stimulat o mișcare ecologică cu caractere proprii care se dezvoltă în raport cu problemele evoluției social-economice a statului. Cunoștințele ecologice sînt propagate în învățămîntul universitar, dezbătute în conferințe naționale și simpozioane, prezentate în volume și periodice de specialitate. Se organizează programe de cercetare ecologică, se instituționalizează acțiunile de ocrotire a naturii, protecția mediului înconjurător și combaterea poluării.

Deși s-a acumulat astfel o abundentă informare bibliografică, pentru îndrumarea activităților ecologice lipsea însă o caracterizare unitară a ecosistemelor fundamentale din țara noastră. Unui asemenea deziderat de sinteză încearcă să răspundă lucrarea de față, care reunește contribuțiile unui larg colectiv de autori spre a ne împărtăși experiența dobîndită în domeniul de specialitate al fiecăruia.

Examinarea cuprinsului evidențiază complexitatea aspectelor tratate și coordonarea lor reușită. Primele capitole redau noțiunile ecologice generale, din care desprindem ponderea crescîndă a relațiilor de sinecologie și în cadrul lor, valoarea metodologică a conceptelor sistemice, care în alianță cu cibernetica au meritul de a demonstra coeziunea organizată a comunităților de viețuitoare și interdependența lor ierarhică în natură. Această ordonare în niveluri succesive de integrare garantează stabilitatea ecosistemelor și posibilitatea de prognoză a evoluției lor în timp.

Este relevată noțiunea de biosken, *introdusă de un mare inițiator al ecologiei în România, prof. A. Popovici-Băznoșanu, din necesitatea unei analize riguroase a compoziției biotopilor. Privitor la dinamica ecosistemelor, este judicios accentuată capacitatea lor de autoreglaj, sprijinit mai ales pe generalizarea lanțurilor trofice dintre producători, consumatori și mineralizatori, prin care se efectuează circuitul de materie și energie.*

Expunerea rezumativă a populării istorice a florei și faunei spațiului dacic este o prefațare bine venită a studiului structurii actuale a diferitelor ecosisteme. În raport cu răcirea progresivă a climei, caldă în terțiar și pînă la

glaciațiile cuaternare, sînt exemplificate relictele preglaciare subterane și epigee, apoi identificate principalele refugii (mediteranean, caucazian, sirian, usuric) care au contribuit la repopularea postglaciară a teritoriului nostru. Sînt semnalate relicte glaciare și se arată vechimea de la sfîrșitul terțiarului a populărilor marine și de apă dulce cu origini ponto-caspice, Dunărea inferioară fiind cel mai însemnat refugiu în timpul glaciațiilor.

Dintre ecosistemele naturale, sînt studiate la început cele acvatice stătătoare, reprezentate prin lacuri, bălți, mlaștini, bazine termale și sărate, scoțîndu-se în evidență factorii abiotici, caracterele biocenozelor, structura funcțională și dinamica fiecărui tip de ecosistem. Se subliniază interesul cunoașterii mlaștinilor de turbă ca adăposturi ale plantelor relicte glaciare. Sînt date caracteristicile complexului termal de lîngă Oradea, iar ca exemple de ape sărate, sînt prezentate Lacul Sărat de lîngă Brăila și Balta Albă din apropiere de Rîmnicul Sărat.

Privitor la apele curgătoare, sînt indicate însușirile lor fizico-chimice, adaptările organismelor reofile, biocenozele diferitelor tipuri de izvoare, ale pîraielor, zonarea biocenotică a rîurilor cu referințe la cele montane (Moldova, Bistrița, Cerna,), colinare (Siretul , de ses (Călmățuiul sau care, ca Ialomița, străbat toate aceste forme de relief. Se trece apoi la caracterizarea cursului românesc al Dunării, a compoziției potamoplanctonului ei, a diversificării zoocenozelor bentonice după natura substratului și se adaugă zonarea ihliofaunei.

Tratarea mediilor acvatice epigee se încheie cu un capitol despre Marea Neagră, a cărei originalitate hidrobiologică este explicată atît prin evoluția sa paleogeografică cît și prin condițiile ecologice actuale, de care depind caracterele planctonului și etajarea ei bentonică.

Ecosistemele terestre fac obiectul unei prezentări aprofundate privind trei categorii de formații spontane: pădurl, tufărișuri și pajiști, a căror distribuție geografică este determinată mai ales de altitudine și climă. Sînt analizate succesiv aspectele ecologice ale pădurilor de molid, de fag, de stejar și de zăvoi (luncă), cu biocenozele proprii și lanțurile trofice legate de biomasă și necromasă, menționîndu-se și importanța social-economică a acestor ecosisteme. Se definește specificul tufărișurilor pitice alpine față de cele subalpine, iar în comparație cu pajiștile de munte, se arată restrîngerea progresivă a pajiștilor xerofitice de stepă prin extinderea culturilor agricole.

Mediul subteran se deosebește de domeniile ecologice tratate anterior deoarece, cu toate că întrunește ecosisteme atît terestre cît și acvatice, ele sînt lipsite de producători primari capabili să întrețină lanțurile trofice, care rămîn tributare factorilor sintetizatori de la suprafață. Varietatea, uneori plină de pitoresc, a habitatelor subterane și faunele relicte pe care le adăpostesc au justificat înălțarea studiului lor într-o știință, speologia, pe care Racoviță a conceput-o pluridisciplinară (1927) și în care condiționarea istorică a biocenozelor apare mult mai pregnant decît în celelalte ramuri ale ecologiei. Dezvoltarea școlii speologice de la noi a menținut această prioritate românească pe plan internațional și astfel găsim aici o substanțială dare de seamă a cunoștințelor biospeologice relative la țara noastră.

Seria atît de variată a ecosistemelor naturale din România se sfîrșește cu descrierea Deltei Dunării, considerată ca un biom, complex ecologic care îi asigură o unicitate pe glob și valoarea de cel mai important monument natural al patriei noastre. Formată prin interacțiunea fluviului cu marea, depozitele aluvionare și rețeaua ei hidrografică au prilejuit întrepătrunderea fecundă a

unor ecosisteme acvatice și terestre, cu o excepțională productivitate a peștilor, păsărilor și a faunei lor nutritive.

Ecosistemelor naturale sînt opuse ecosistemele antropizate, acvatice ca și terestre, făurite și întreținute de oameni, de la iazuri, lacuri de baraj, diferite terenuri agricole sau de alte culturi vegetale și pînă la aglomerările umane în mediul rural și urban. Activitățile omenești provoacă nu numai o reducere progresivă a ariei ecosistemelor naturale, dar suprapopularea, industrializarea și eficiența crescîndă a mijloacelor tehnice culminînd cu energia nucleară, aduc amenințarea unei alterări nelimitate a echilibrelor din natură.

Un documentat capitol al cărții inventariază întregul spectru al acțiunilor umane asupra mediului înconjurător și modalitățile poluării, care sînt apoi special reluate referitor la apele curgătoare. Este un excelent material complementar la capitolul final, dedicat educației ecologice în vederea armonizării relațiilor dintre om și biosferă. Expunerea de motive a măsurilor internaționale preconizate sub auspiciile UNESCO pentru ocrotirea naturii și încorporarea lor în programele de educație sînt un îndemn de meditare rodnică și concludentă.

În considerarea relațiilor din biocenoze, s-ar putea atribui o dezvoltare mai corespunzătoare fenomenelor de simbioză și parazitism, care în multe cazuri au inconfestabile efecte limitative asupra populațiilor. Asemenea stări de fapt sînt la baza principiului luptei biologice împotriva dăunătorilor și contribuie la edificarea domeniului interdisciplinat al parazitologiei ecologice.

Prin aprofundarea unor aspecte fundamentale legate de realitățile naturii românești, această carte izvorîtă din efortul sincer al unor încercați specialiști va îndeplini cu siguranță misiunea unui apreciat îndrumător în opera de cunoaștere și salvgardare a bogățiilor noastre naturale.

Acad. prof. RADU CODREANU

INTRODUCERE

Definiția și obiectul ecologiei. Ecologia ca știință de sine stătătoare s-a format din necesitatea cunoașterii legităților ce dirijează fenomenele de organizare, funcționare și existență a lumii vii în strînsă interacțiune cu mediul lor de viață. Cercetările întreprinse au arătat că această interacțiune nu este haotică, nu reprezintă o aglomerare întîmplătoare de organisme, ci se află în strictă organizare și funcționare. Pînă să se ajungă la această concluzie a fost nevoie de multă muncă, de cercetare și interpretare a rezultatelor. Cel care introduce termenul de ecologie în știință este Ernst Haeckel (1866). El definește ecologia ca *„știință a economiei animalelor"* scoțînd în evidență relațiile animalelor atît cu mediul anorganic cît și cu cel organic în care intervine „lupta pentru existență". Mai tîrziu acest concept a fost extins și asupra plantelor. Investigațiile științifice ulterioare au lărgit sfera ecologiei și au creat puncte de vedere diferite privind abordarea problemelor de ecologie. Ele au condus la progresul științei, al ecologiei în general.

În cercetarea ecologică unii oameni de știință (Du Rietz, 1921; Braun-Blanquet, 1928, 1950 ș.a.) consideră că problemele de ecologie se referă numai la studiul condițiilor de mediu și al factorilor ecologici, alții privesc ecologia numai ca studiul adaptărilor morfologice, făcînd pe această bază interpretări (D. Kaşkarov, 1933, 1945; G. Poplasvskaia, 1935, 1948; A. Sennikov, 1950; B. Keller, 1951; O. Stocker, 1957 ș.a.). Problema studiului ecologic s-a extins însă asupra întregii naturi. Sînt studiate nu numai adaptările organismelor ci și sistemul lor de organizare în populații, în biocenoze, al interacțiunii populațiilor în cadrul biocenozei și al acesteia cu mediul, interacțiune care constă într-un schimb permanent de energie și materie. Biocenoza ocupă un anumit biotop și formează împreună cu el o unitate indisolubilă numită *ecosistem*. Avînd în vedere aceste considerații *ecologia poate fi definită ca știință a ecosistemelor* (E. Odum, 1971; H. Walter, 1977; N. Doniță și colab., 1977). Sub acest aspect este abordată în prezent ecologia ca știință de cei mai numeroși autori (G. Clark, 1959; W. Tischler, 1960; P. Duvigneaud, 1974; R. Dajoz, 1975; N. Botnariuc, 1974, 1976; B. Stugren, 1975 etc.)

În România problemele de ecologie aplicată au fost promovate de către Grigore Antipa, A. P. Băznoșanu, E. G. Racoviță și Al. Borza, care s-au ocupat de cercetarea comunităților de organisme acvatice din Marea Neagră, Deltă, lunca inundabilă a Dunării și din alte medii de viață. Fundamentarea teoretică și practică a ecologiei moderne românești bazată pe concepția sistemică, a fost făcută de Nicolae Botnariuc. În

prezent activitatea de cercetare ecologică a devenit o preocupare de prim ordin în numeroase institute și stațiuni de profil teoretic **și** aplicativ. Se fac ample și complexe investigații asupra ecosistemelor naturale și antropizate din domeniul acvatic, terestru și subteran. Rezultatele cercetărilor apar în diferite publicații cu circulație internațională și sînt unanim apreciate de specialiștii din țara și de peste hotare.

Diviziunile ecologiei. Preocupările oamenilor de știință de a cerceta natura sub cele mai variate aspecte, au dus, ca și în alte ramuri ale biologiei la apariția unor subdiviziuni. Pe baza criteriului taxonomic se poate spune că există o *ecologie animală*, una *vegetală* și una *a microorganismelor*. În cadrul acestor ecologii apar subdiviziuni, în care se face ecologia unor anumite grupe taxonomice. După mediul de viață în care trăiesc organismele, ecologia se poate împărți în *ecologie acvatică* și *ecologie terestră*. Ecologia acvatică la rîndul ei se subîmparte în *ecologie marină* și *ecologia apelor continentale* (limnologie). Ecologia terestră poate fi și ea defalcată în *ecologie forestieră* (a pădurilor), *ecologia stepelor, ecologia deșerturilor* etc. Dacă se pune la bază modul de organizare a materiei vii, ecologia se divide în *autecologie* și *sinecologie*. Autecologia se ocupă cu studiul caracteristicilor ecologice ale unei anumite specii bine determinate, evidențiindu-se adaptările sale la acțiunea factorilor mediului abiotic și biotic. Sinecologia se ocupă cu studiul raporturilor de convietuire ale indivizilor, în cadrul unei populații și cu studiul raporturilor dintre diferite populații în cadrul biocenozei ținîndu-se permanent seamă de interacțiunea lor cu condițiile mediului abiotic, de producție și productivitate.

Ecologiile menționate diferă între ele „prin metodologia de lucru și prin aspectele asupra cărora se pune accent în cercetare", în esență ea rămînînd o singură știință (N. Donită și colab. 1977).

Importanța cunoașterii problemelor de ecologie. În zilele noastre mai mult ca oricînd, omul este preocupat de dezvoltarea și perfecționarea mijloacelor de trai. Modernizarea vieții presupune ridicarea gradului de industrializare, de mecanizare, de chimizare. În activitatea lui, omul intervine asupra naturii din care face parte modificînd-o. Ecosistemele naturale cum sînt pădurile, stepa, tundra, tundra alpină, lacurile, bălțile, mlaștinile, apele curgătoare, mările și oceanele etc. sînt în permanență explorate și influențate de om prin activitatea sa. Ecosistemele create de om cum sînt culturile agricole, iazurile, eleșteele, lacurile de baraj etc. de multe ori au influență asupra ecosistemelor naturale din jur. Ecologiei ca știință îi revine rolul și sarcina de a studia nu numai structura și funcția ecosistemelor ci de a acționa pe toate căile pentru menținerea puritații și funcționalității lor. În acest sens *„ecologia, prin răspunderea ce-i revine, poate fi considerată o știință a prudenței"* (C. V. Oprea, N. Lupei, 1975). De aceea problemele de ecologie se impun a fi cunoscute de toți. Pentru a realiza această prudență trebuie cunoscute și aplicate legile naturii, regulile de protecție a naturii. Nerespectarea legităților ei duce la adevărate dezastre ecologice de la care omul nu poate face excepție.

1. MODALITĂȚI DE ABORDARE A PROBLEMELOR DE ECOLOGIE

Prezentate succint, principalele metode folosite în cercetările ecologice sînt:

Metoda analitică sau *carteziană* este metoda științifică de cercetare a naturii care constă în analiza cît mai profundă și corectă a structurilor și mecanismelor diferitelor procese biologice. Este numită și reducționistă, deoarece, în esență reduce însușirile întregului la însușirile părților lui componente.

Metoda istorică (compoziționistă, sintetică) apare odată cu concepția) darwinistă și este specifică biologiei generale. Singură nu poate fi folosită; trebuie îmbinată, completată cu metoda analitică. Metoda istorică privește fiecare fenomen, proces biologic, ca rezultat și în același timp ca un moment al unui îndelungat proces de evoluție. Aceste două metode nu se exclud; ele trebuiesc aplicate concomitent.

Metodele statistice și de reprezentare grafică (ciclograme, histograme) sînt un instrument de lucru curent în ecologie. Se bazează pe prelucrarea datelor primare, permit o sinteză a observațiilor de teren și laborator și în același timp orientează asupra semnificației biologice a unor fenomene și procese ecologice.

Modelarea matematică permite exprimarea cantitativă a elementelor și relațiilor unui ecosistem, în scopul de a face prognoze; stabilește relațiile cantitative între parametrii unui ecosistem, reliefînd modalitățile optime de exploatare fără a deregla domeniul de stabilitate al echilibrului unui ecosistem dat. Deci, modelarea matematică ne sugerează găsirea modalităților optime de exploatare a unui ecosistem fără a-l dezechilibra, de a-l scoate din domeniul său de stabilitate.

Metoda sistemică completează celelalte metode și pornește de la studiul organizării sistemice a materiei vii, ținînd seama de poziția sistemului dat în ierarhia sistemică, introduce noi puncte de vedere și procedează concret și cantitativ la stabilirea însușirilor fiecărei categorii de sistem contribuind la delimitarea și precizarea legilor fiecărui nivel de organizare a materiei vii, a relațiilor dintre sisteme, a rolului fiecărui sistem, a deslușirii mecanismelor ce stau la baza evoluției corelate a sistemelor biologice. Se deschid astfel noi orizonturi și posibilități de abordare a studiului ecologic al organizării biocenozelor și al relațiilor dintre specii, mai ales sub aspectul rolului lor în circuitul material și al energiei din ecosistem. Se lămuresc căile principale de evoluție ale ecosistemelor și mecanismelor de reglare a stării biocenozelor.

Pornind de pe aceste poziții, metoda sistemică explică fenomenele de la un nivel dat prin fenomenele și legile nivelului superior, ținînd seama în același timp de specificul sistemului biologic dat.

În folosirea metodei sistemice o importanță deosebită are cunoașterea nivelurilor de integrare și organizare a materiei vii. Ierarhia este o trăsătură importantă a organizării materiei. Întreaga natură este organizată în sisteme de diferite ordine și diferite grade de complexitate. Sistemele, atît cele anorganice cît și cele biologice, nu sînt izolate unele de altele, ele se află în diferite interrelații, constituind succesiuni de subsisteme și sisteme, deci o ierarhie a sistemelor. În diferite cărți, diferiți autori folosesc ca sinonime noțiunile de organizare și integrare, care nu sînt echivalente între ele, dar sînt dependente una de alta.

Organizarea, respectiv complexitatea și modul de asamblare structurală și funcțională a ființelor duce la conservarea lor ca întreg și la îndeplinirea funcțiilor lor. Întregul constă din numeroase elemente identice sau neidentice aflate în interacțiune sau în conexiune (de diferite naturi) care fac ca sistemul să se comporte ca un întreg, ca un tot față de sistemele înconjurătoare.

Sistemele deschise se află în schimb permanent de substanțe și energie cu mediul ambiant. În această categorie sînt cuprinse atît sistemele lipsite de viață cît și sistemele biologice. Schimburile materiale și energetice cu mediul asigură condiția esențială a existenței și dezvoltării sistemelor biologice. Încorporînd în permanență din mediu substanță și energie, sistemele biologice realizează o tendință generală de micșorare a entropiei *, determinînd comportarea antientropică ** a lor deci acumularea de negentropie. În raport cu sistemele deschise nevii, sistemele biologice nu ajung la un echilibru termodinamic ci la o stare de echilibru dinamic, adică la o menținere a organizării și funcționării care le asigură dezvoltarea, evoluția, prin schimbul permanent de substanță și energie cu mediul.

Noțiunea de nivel de integrare reprezintă totalitatea sistemelor ierarhizate (nevii și vii) cuprinse în alcătuirea unui sistem dat, indiferent de gradul lui de complexitate.

Șirul ierarhic al sistemelor integrate în interiorul unui organism reprezintă ierarhia morfofiziologică sau individuală.

Noțiunea de nivel de organizare a materiei vii cuprinde numai sistemele biologice și reprezintă forme diferite prin care se manifestă mișcarea biologică.

Nivelul de organizare reprezintă un ansamblu de sisteme biologice echivalente (structural și funcțional), cu caracter de universalitate, care cuprind la fiecare nivel, întreaga materie vie. Cunoașterea nivelelor de organizare a materiei vii, îndeosebi a formelor supraindividuale, reprezintă obiectul ecologiei deoarece fiecare nivel are un specific calitativ, contradicții caracteristice, legi particulare și anumite corelații cu nivelele superioare și inferioare.

Astăzi sînt acceptate cinci niveluri de organizare a materiei vii, dar numai la trei sînt cunoscute legile care le controlează și coordonează organizarea structurală și funcțională. Astfel există:

— *sisteme de nivel individual*, avînd ca unitate reprezentativă indivizii biologici (indiferent de treapta lor de evoluție);

—*sisteme de nivelul populației* (speciei) în care unitatea o reprezintă populația izolată sau un grup de populații, respectiv specia;

---

* entropie (gr. entropia = confuzie). Noțiune prin care se definește gradul de dezorganizare din cadrul sistemelor.

** antientropie = noțiune opusă celei de entropie.

— *sisteme de nivel biocenotic* în care unitatea o reprezintă biocenoza concretă. Rămîne deschisă problema existenței unor niveluri de organizare în sensul definit mai sus, situate între biocenoză și biosferă, încă neclarificată ;

— *sisteme de nivelul formațiunii* în care unitatea o reprezintă fauna și flora unor regiuni biogeografice relativ unitare (biom).

Pînă în prezent natura corelațiilor dintre biocenozele componente ale biomilor, specificul lor, modul și gradul de realizare a însușirilor generale ale sistemelor biologice fiind prea puțin cunoscute nu este clar dacă putem considera complexele de ecosisteme denumite biomi ca reprezentînd sau nu un nivel de organizare a materiei vii. Același lucru este valabil și pentru nivelul următor.

— *nivelul biosferei* care are ca unitate totalitatea organismelor vegetale și animale de pe planetă, inclusiv mediul lor de viață.

Sistemele biologice de diferite niveluri au cîteva însușiri generale: caracterul informațional, istoric, integralitatea, programul, echilibrul dinamic, eterogenitatea internă și autoreglarea care la fiecare nivel se realizează în mod diferit, specific.

Evoluția sistemelor biologice de toate nivelurile de organizare atît din punct de vedere structural cît și funcțional, este divergentă și progresivă, iar din punct de vedere energetic au un comportament antientropic.

Aplicarea metodei și gîndirii sistemice a deschis noi perspective de dezvoltare pe plan teoretic și aplicativ în toate disciplinele biologice.

Rezultate dintre cele mai semnificative au fost obținute în domeniul ecologiei, unde spiritul concepției sistemice a pătruns în modul de tratare a ecologiei populațiilor, a ecosistemelor. Tot în acest domeniu de mare activitate concepția și metoda sistemică s-au transformat într-un adevărat instrument de lucru, permițînd modelarea cibernetică a sistemelor ecologice și în felul acesta, oferind o bază riguros științifică amenajării teritoriilor, producției, productivității și exploatării ecosistemelor.

Studiul cantitativ al populațiilor componente ale biocenozei cu rol hotărîtor în transferul de materie și energie este necesar a fi elaborat de pe poziția sistemică care dezvăluie adevărata lor semnificație biologică, reflectă evoluția, adaptarea populațiilor la condițiile de mediu date.

În concluzie, metoda sistemică, metodă statistică riguroasă și modelarea matematică reprezintă calea pe care se dezvoltă ecologia modernă.

2. ECOSISTEMUL, UNITATE FUNDAMENTALĂ STRUCTURALĂ ŞI FUNCŢIONALĂ A BIOSFEREI

2.1. COMPONENTELE ECOSISTEMULUI

2.1.1. BIOTOPUL

Biotopul reprezintă un teritoriu al suprafeţei pămîntului (apă, cîmpie, deal, munte) cu anumite condiţii (climatice, compoziţie chimică) asigurînd toate cerinţele de bază ca loc de trai pentru organisme. Structura biotopului implică cantitatea, calitatea, distribuţia şi spaţiu, variaţia în timp a diferiţilor factori abiotici: geologici, fizici, chimici şi mecanici.

Termenul de biotop a fost definit în mod diferit de autori. După D a h l biotopul este *„locul vieţii"*, aceasta însemnînd un loc în care pot trăi organismele sau în care animalele şi plantele găsesc anumite posibilităţi de existenţă. C u é n o t (1936) consideră că biotopul este *„faciesul, mediul definit, ambianţa unei specii; o mare, un deşert sînt biotopi"*. H e s s e (1924) foloseşte în afară de termenul biotop, încă două unităţi ecologice: *biochore* locul vieţii şi *biociclu* (domeniul vieţii). În mod curent ecologii desemnează mediile de viaţă prin termeni, *domeniu* şi *biotop*.

În general autorii citaţi înţeleg prin termenul de biotop spaţii în care trăiesc asociaţii de organisme fără să ţină seama de mărime, origine sau dacă condiţiile de viaţă sînt uniforme sau neuniforme pe suprafaţa biotopului.

Încă din anul 1936 P o p o v i c i B â z n o ş a n u propune ca *biotopul* să se definească: mediul cu condiţii variate de viaţă pe toată întinderea lui iar prin *bioskenă* să se înţeleagă mediul cu condiţii uniforme de viaţă. El precizează şi alte unităţi ecologice. Astfel, consideră că orice individ al unei populaţii (specii) este un mediu de viaţă pentru că poate găzdui pe suprafaţa şi în interiorul lui alte fiinţe ce trăiesc ca paraziţi, comensali, simbionţi sau toleranţi. Astfel de indivizi îi denumeşte *bionţi* şi în acest caz arborele nu mai poate fi socotit biotop, ci biont care cuprinde mai multe bioskene.

Corpul unui biont animal sau vegetal poate fi situat în unul sau mai multe medii. Cînd corpul biontului este situat într-un singur mediu, se numeşte *biont monomedial* (afidele radicicole, nematozii terestri, majoritatea peştilor). Cînd corpul unui biont este situat în două medii se numeşte *biont bimedial* (arborii, buruienile, lintiţa, viermii tubificizi).

Sînt unele plante ai căror bionţi trăiesc în trei medii şi care au fost numiţi *trimediali*. Exemplu: trestia, nufărul. Aceste plante au o parte a corpului în nămol (substrat), o parte în apă iar altă parte în mediul aerian. În afara mediilor vizibile cu ochiul liber, există medii care nu se pot vedea decît

cu microscopul. Pe acestea le-a denumit *microbioskene*. Sînt citate numeroase exemple: criptele din aparatul vegetativ de *Azolla*, în care este găzduită alga *Anabaena*; celulele glandelor salivare de *Anopheles* în care trăiesc sporozoizi; Heliozoarele, Radiolarii şi Ciliatele în care sînt găzduite Zoochlorele sau Zooxantele.

În acest context, păşunea este privită ca un complex de biotopi: biotopul piatră, muşuroi de cîrtiţă, furnicarul de Lasius etc. fiecare cu bioskenele şi microbioskenele lor.

Un complex de biotopi este şi pădurea în care găsim următorii biotopi:

— buşteanul cu bioskenele: suprafaţa scoarţei, dedesubtul scoarţei, găurile din lemn, putregaiul etc.;

— frunzarul cu bioskenele: litiera (aşternutul de frunze uscate de pe parterul pădurii) şi mraniţa de pădure;

— furnicarul de *Formica rufa* cu trei bioskene: domul, galeriile şi drumurile de furnici.

Biotopii pot avea întinderi mari (zăpada, gheţarul etc.) sau întinderi mici (muşuroiul de cîrtiţă, furnicarul, termitiera etc.). Şi bioskenele pot avea întinderi mari (apa freatică, apa capilară, din sol etc.) sau întinderi mici (pata verde de pe un zid umed).

Dintre biotopii principali, ce se află pe globul terestru lipsesc în România: gheţarii, gheizerele, vulcanii în activitate şi deşertul.

Unii biotopi sînt temporari; fie că apar şi dispar cu alternanţele de sezon (bălţile temporare, zăpada, gheaţa, laculuí), fie că dispar prin transformare, cum este cazul unor bălţi care prin colmatare devin mlaştini.

Şi unele bioskene sînt temporare, fie că pier fără a mai reveni (petele verzi de pe ziduri cînd se usucă), fie că apar şi dispar în mod alternativ după ploi şi secetă (detritusul din jgheabul caselor). Tot bioskenă temporară este spuma ce se formează pe litoralul apelor marine sau curgătoare în care întîlnim specii de diptere.

Duna este un biotop propriu-zis; ea prezintă condiţii de viaţă deosebite, la suprafaţa şi în interiorul nisipului. Pe suprafaţă se găsesc capcane de leul furnicilor, furnici, alga *Nostoc* etc. În interiorul nisipului se găsesc cuiburi de viespi prădătoare şi de alte animale. Biotopul din dună este format deci din două bioskene.

Stînca este şi ea un biotop cu trei bioskene, în care condiţiile de viaţă sînt diferite: peretele stîncii cu lumină şi căldură de la soare; excavaţiile de pe peretele stîncii în care se află detritus; fisurile stîncii cu lipsă de lumină şi oarecare umiditate. Pe bioskena peretelui stîncii, se fixează licheni şi muşchi, se deplasează gasteropode din genurile *Campylaea*, *Clausilia*, păianjeni falangizi etc.; în detritusul din excavaţiile stîncii se fixează unele specii de plante printre care saxifrage, campanule şi altele, iar în fisurile stîncii, se întîlnesc populaţii foarte variate de alge unicelulare, insecte, miriapode, păianjeni etc.

Pe o păşune se pot întîlni următoarele medii de viaţă:

— pe o piatră, pe a cărei faţă cu lumină şi căldură soresc muşte, fluturi şi chiar şopîrle, se fixează licheni; pe faţa de dedesubt a aceleiaşi pietre, cu puţină lumină, dar cu umiditate mare, se pot găsi diferite specii de animale printre care crustacei terestri, limacşi, miriapode, proture ş.a. Piatra, prin urmare este un biotop cu două bioskene;

— un muşuroi de cîrtiţă este tot un biotop cu două bioskene: prima bioskenă o reprezintă domnul de ţărînă, sorit şi încălzit, pe care se pot găsi

coleoptere, larve de diptere iar a doua bioskenă corespunde galeriilor din sol în care se mişcă stafilini şi alte insecte, rîme etc.

Mediile ecologice din România pot fi grupate în următoarele şapte *biodomenii:* atmosfera, hidrosfera, apa îngheţată, litosfera, vegetaţia, bionţii, construcţiile făcute de om.

În studiul unui biotop nu este suficient să cunoaştem valoarea factorilor abiotici ci şi alte aspecte ale lor. De exemplu, cum variază valorile lor, în timp şi spaţiu în diferite puncte ale ecosistemului, ei nefiind uniformi. Se determină astfel gradienţii. Factorii abiotici nu acţionează independent ci corelaţi, de aceea se studiază şi legăturile dintre ei.

Analizînd un biotop putem distinge cîteva componente majore:

a) Substratul geologic care, ca factor ecologic, are adesea o influenţă hotărîtoare asupra structurii şi funcţionării ecosistemului.

b) Factorii geografici:

— poziţia geografică în cadrul marilor unităţi de relief;

— poziţia geografică locală (şi relaţiile cu alte sisteme apropiate);

— expoziţia (cantitatea de lumină pe care o primeşte);

— morfometria (dimensiuni longitudinale, transversale, suprafaţă, în cazul biotopului terestru; suprafaţa, lungimea, lăţimea şi adîncimea, în cazul biotopului acvatic).

c) Condiţiile climatice:

— factorii fizici.

Principalii factori fizici ce influenţează organismele sînt: temperatura, umiditatea, lumina (cantitatea şi calitatea), vîntul, altitudinea.

d) Factorii chimici (respectiv chimismul atmosferei, hidrosferei şi litosferei).

Liebig a enunţat *legea minimului*, în care arată că atunci cînd un element chimic scade sub o anumită limită, o specie nu se mai dezvoltă. Blackman lărgeşte conţinutul legii de mai sus sub denumirea de *„legea factorilor limitanţi"*. Astfel, o specie poate să nu se dezvolte, nu numai atunci cînd factorul se află într-o mică cantitate, ci şi atunci cînd un element chimic, respectiv o substanţă, atinge un prag maxim.

Limitele unui factor abiotic între care se dezvoltă o specie se numesc *limite de toleranţă*. Între valorile minime şi maxime se situează o zonă de valori optime în care o specie îşi desfăşoară existenţa cu minimum de cheltuieli materiale şi energetice. Limitele de toleranţă nu reprezintă o însuşire a unei populaţii (specii), ci pot varia la aceeaşi specie de la un loc la altul şi în diferite perioade de existenţă a speciei.

Valenţa ecologică poate fi definită prin capacitatea unor populaţii, aparţinînd unor specii, de a suporta condiţii ecologice mai mult sau mai puţin diferite. Astfel, unele specii pot suporta o mică variaţie a factorilor abiotici, deci au o valenţă mică şi se numesc *specii stenoice*. Exemlpu: stenoterme, stenohaline, stenobate.

Speciile stenoterme suportă o mică variaţie a temperaturii, speciile stenohaline suportă o mică variaţie a salinităţii, iar cele stenobate o mică variaţie a presiunii.

Speciile care suportă variaţii mari ale factorilor abiotici se numesc *specii eurioice*. Exemplu: euriterme, eurihaline, euribate.

Prin cunoaşterea biodomeniilor, a biotopilor şi a bioskenelor, biologii şi toţi cei care vor să pătrundă în tainele naturii, pot înţelege mai uşor legătura ce există între mediul abiotic şi prezenţa unor anumite populaţii (specii).

Ei pot descoperi speciile caracteristice bioskenelor și înțelege că prezența acestor specii este condiționată în bună parte de un complex de factori abiotici.

2.1.2. BIOCENOZA

Termenul de *biocenoză* a fost formulat în 1877 de K. Möbius în urma studiilor efectuate asupra bancurilor de stridii din Marea Nordului, desemnînd prin aceasta *„o comunitate în care totalitatea de specii și indivizi este limitată și selectată sub acțiunea condițiilor mediu externe de viață"*.

Unii cercetători au încercat să delimiteze în cadrul biocenozei cîteva componente și anume: *fitocenoza* (comunitatea plantelor), *zoocenoza* (comunitatea animalelor), *microbiocenoza* (comunitatea microorganismelor) și *parazitocenoza* (comunitatea paraziților). Majoritatea ecologilor însă tratează biocenoza ca unitate, întreg.

E. P. Odum (1971) arată că *„biocenoza este un ansamblu de populații ce trăiesc pe un teritoriu sau habitat fizic determinat, este o unitate organizată în așa măsură încît are caracteristici în plus față de cele ale componenților săi individuali și populaționali și funcționează ca o unitate prin transformări metabolice complete.*

Noi considerăm că cea mai bună definiție, privită prin prisma concepției sistemice, este dată de N. Botnariuc (1976) care caracterizează biocenoza ca fiind *„un sistem supraindividual, alcătuit din populații legate teritorial (deci simpatrice) și interdependente funcțional; interdependența populațiilor este rezultatul evoluției lor în comun și deci al adaptării lor reciproce și ea determină caracterul organizat al biocenozei; interdependența funcțională este cauza, dar totodată și efectul acumulării, transformării și transferului de substanță, energie și informație în cadrul sistemului biocenotic; aceste procese determină dezvoltarea diversității, eterogenității interne, a integralității și a celorlalte însușiri de sistem ale biocenozelor, precum și faptul că, în ierarhia nivelurilor de organizare a materiei vii, biocenoza reprezintă primul nivel la care apare însușirea productivității biologice"*.

Ca orice sistem organizat, biocenoza are o anumită structură care îndeplinește anumite funcții. Deoarece biocenoza este indispensabil legată de biotopul ei, structura și funcțiile ei sînt integrate în structura și funcțiile ecosistemului ca întreg. Deci biocenoza împreună cu biotopul, alcătuiesc un ecosistem (un sistem ecologic).

Un prim element ce trebuie stabilit în structura unei biocenoze este *lista completă a speciilor* ce intră în alcătuirea ei. Din această listă pe ecolog îl interesează speciile de masă (speciile comune) care prin biomasa vie joacă un rol important în transferul de materie și energie în ecosistem.

Al doilea element ce intră în studiul biocenozei îl reprezintă *funcțiile fiecărei populații*. Din punct de vedere funcțional biocenoza impune, în mod necesar, existența a trei grupe de organisme: producători, consumatori, descompunători sau reducători.

Corelațiile, legăturile dintre speciile unei biocenoze sînt multiple și foarte complexe, dar cele mai importante sînt cele trofice, adică legăturile de nutriție. Aceste relații se pot înfățișa sub forma unei piramide trofice care poate fi exprimată numeric, ca biomasă sau energetic. În această piramidă fiecare treaptă (fiecare nivel trofic) este controlată de alte trepte și la rîndul ei, contribuie la controlul celorlalte trepte. Organismele aparținînd nivelu-

rilor trofice diferite sînt legate între ele prin legături de nutriție, alcătuind ceea ce numim lanțuri trofice care la rîndul lor compun cicluri trofice, respectiv rețele trofice.

Metodologia cercetării biocenozei. Metodele de prelucrare a probelor diferă de la un ecosistem la altul, iar ecologul trebuie să se găsească și să aplice cele mai adecvate metode pentru studiul componentelor biocenozei, chimismului apei și solului. În cadrul structurii, pentru stabilirea listei populațiilor (speciilor) și a importanței lor, trebuie adunate probe periodic. Se stabilesc apoi anumite caracteristici ale speciilor, efectivele numerice și ca biomasă, proporțiile dintre specii, cum variază ele în timp, dinamica acestor raporturi, relațiile dintre generații, corelațiile dintre specii, cît și relațiile cu mediul abiotic. Pentru reflectarea corectă a acestor raporturi structurale este necesară calcularea unei serii de indici ecologici cantitativi (pe baza datelor primare) rezultatele obținute urmărind să prezinte, în mod firesc, semnificația lor ecologică.

Indicii ecologici. — **Frecvența speciilor** (F) exprimă secvența de probe în care se găsește o specie dată față de totalul numărului de probe colectate. Frecvența se exprimă în procente și se calculează astfel: $F = \frac{p}{P} \cdot 100$ în care p = nr. de probe cu specia dată, P — numărul total de probe colectate și cercetate.

O condiție esențială pentru ca acest coeficient să reprezinte situația cît mai reală este ca numărul de probe să fie suficient de mare (minimum 30 de probe).

Abundența (abundența relativă) exprimă raportul între numărul indivizilor unei specii (n) față de numărul indivizilor din celelalte specii (N). Se exprimă tot în procente iar numărul de probe colectate trebuie să fie de aseamenea suficient de ridicat (minimum 30). El se calculează după formula: $A = \frac{n}{N} \cdot 100$. Abundența se poate exprima fie numeric, fie ca biomasă. Se consideră că abundența în biomasă este mai importantă decît cea numerică, reflectînd mai bine biocenoza.

— **Constanța** (C) este de obicei un indice exprimat prin frecvență. Se consideră că speciile a căror frecvență este mai mare de 50% sînt *componente constante* (specii permanente, totdeauna prezente); cele cu frecvența cuprinsă între 50 și 25% sînt specii accesorii, cele cu frecvența sub 25% sînt specii accidentale.

— **Dominanța speciilor** nu și-a găsit pînă acum o exprimare cantitativă satisfăcătoare. Dominanța, indice mai mult calitativ, încearcă să exprime rolul mai mare sau mai mic jucat de specie în cadrul biocenozei, rolul speciei în transferul de materie și energie într-un ecosistem.

Se apreciază dominanța unei specii din punct de vedere al valorii, frecvenței și abundenței ei. Speciile cu frecvență mare și abundență ridicată numeric în biocenoză sînt considerate specii cu rol esențial în determinarea structurii și funcționării biocenozei. Acestea sînt specii dominante.

— **Indicele de fidelitate** exprimă intensitatea legăturilor unei specii oarecare cu biocenoza din care face parte sau a ecosistemului luat ca întreg. Diferitele specii sînt legate cu biocenoza respectivă într-un grad mai mare sau mai mic, sînt deci mai mult sau mai puțin integrate, adaptate în grade diferite cu biocenoza, respectiv cu ecosistemul, în care trăiesc. Exprimă gradul de obligativitate a acestor corelații.

În funcție de gradul de fidelitate, o primă categorie este reprezentată de *speciile caracteristice*, specii legate cît mai strict posibil de o anumită biocenoză. Astfel, *Artemia salina*, crustaceu, *Ephydra riparia*, specii din genul *Halliella* (diptere) — sînt specii caracteristice biocenozelor din apele hipersaline (Lacul Sărat, Techirghiol). La fel, cocoșul de munte, păstrăvul etc., se întîlnesc numai în anumite biocenoze. Problema speciilor caracteristice are importanță practică mare deoarece permite stabilirea faptului că, pentru anumite biocenoze este tipică prezența unei anumite specii. Această specie devine indicator al stării unei biocenoze. Gradul de poluare al unui ecosistem poate fi stabilit pe baza speciilor caracteristice biocenozelor de ape poluate de diferite grade. Pe această bază s-a elaborat la începutul secolului XX, sistemul saprobiilor, ansamblu de tipuri de organisme caracteristice pentru ape aflate în diferite grade de poluare organică (K o l k w i t z și M a r s s o n, 1908—1909) și anume:

— *catarobe* — ape de izvor foarte curate;

— *oligosaprobe* — ape nepoluate organic în care trăiesc vieţuitoare pretenţioase faţă de deficitul de oxigen şi temperatură. Exemplu: salmonidele, efemerele (larve), specii cu valenţe ecologice mici, stenoice;

— *mezosaprobe* — ape cu grade intermediare cu poluare, mai ales organică, în care întîlnim specii cu valenţe ecologice mari (euribionte);

— *polisaprobe* — ape puternic poluate organic, în care pot trăi cîteva specii de protozoare, tubificide (viermi) şi larve de chironomide (diptere).

Tendinţa actuală este de a considera indicatorii biologici, nu luaţi ca specii separate, ci privind biocenoza ca întreg.

Un alt grad de fidelitate îl reprezintă *speciile preferenţiale*, cele care pot trăi îndeosebi în anumite biocenoze.

— *Specii străine*. Se pot întîlni în biocenoză specii ce nu aparţin acesteia, ca de exemplu pe apa Lacului Sărat (Brăila), sporadic se observă lișițe și pescărușii.

— *Specii ubiciviste* — cele care se găsesc în medii foarte variate.

Într-o biocenoză cele mai puţine sînt *speciile caracteristice* (sînt puţine speciile adaptate strict la o biocenoză anumită), cele mai multe sînt *speciile preferenţiale* care au însă un număr mic de indivizi.

— *Fidelitatea* exprimă gradul (trăinicia) legăturilor unei specii cu biocenoza dată. Cu cît gradul de fidelitate este mai dezvoltat, cu atît se limitează posibilităţile libertăţii combinaţiilor dintre specii, deoarece legăturile devin atît de trainice încît limitează posibilităţile de combinare a speciilor. Aceasta înseamnă, din punct de vedere informaţional, o scădere a cantităţii de informaţie, creşterea integralităţii sistemului (biocenozei), a stabilităţii sale (care este legată de anumite riscuri). Stabilitatea trebuie înţeleasă ca o adaptare specializată faţă de mediu şi care devine riscantă la schimbarea bruscă a factorilor de mediu. O biocenoză cu un mare grad de fidelitate este în pericol la schimbarea factorilor de mediu, ce poate duce la prăbuşirea biocenozei şi înlocuirea ei cu alta.

Pentru estimarea fidelităţii se calculează mai întîi un *coeficient de afinitate* (de legătură dintre două specii). Se adună un număr optim de probe în care se determină speciile. Ex. specia A există în a probe, specia B există în b probe, iar speciile A şi B există într-un număr C de probe.

$$q = \frac{C}{a + b - c} \cdot 100$$

q reflectă afinitatea a 2 specii.

Acest coeficient se calculează la toate speciile luate două cîte două. După aceea se aplică testul χ^2. În acest fel se stabileşte modul cum se asociază diferitele specii din biocenoză în aşa fel încît să reprezinte ansambluri stabile şi caracteristice. Pentru aceasta se calculează mai întîi *valoarea numărului cel mai probabil de probe în care coexistă cele 2 specii*, dacă ele sînt repartizate la întîmplare.

$$P = \frac{a \times b}{N}$$

în care P = probabilitatea, N = numărul de probe (total). Calcularea acestui parametru dă anumite indicaţii; dacă P este mai mic decît C, speciile A şi B se exclud; dacă P este egal cu C, speciile A şi B sînt considerate ca repartizate la întîmplare; iar cînd P este mai mare decît C, speciile A şi B tind să coexiste. χ^2 (coeficientul gradului de asociere a două specii) care se calculează astfel:

$$\chi^2 = \frac{N^3}{ab(a-b)(a-c)} (C - P)^2$$

Cînd cunoaştem valoarea lui χ^2 putem stabili gradul de asociere al speciilor. Dacă χ^2 este mai mare decît 6,64 sînt 99% şanse ca cele două specii să coexiste în mod obligatoriu; dacă χ^2 este mai mic de 6,64 şi mai mare de 3,84 sînt 95% şanse ca coexistenţa speciilor A şi B să nu fie întîmplătoare ci obligatorie.

Metoda grafică ne permite să reprezentăm toate speciile din care rezultă asocierile obligatorii, caracteristice pentru biocenoză. Pentru acest coeficient există exprimări mai exacte, de exemplu:

$$\chi^2 = \frac{N^3(C - P)^2}{ab(N-a)(N-b)}$$

— **Diversitatea** exprimă raportul dintre numărul speciilor şi numărul indivizilor dintr-o biocenoză.

Dacă comparăm diferite biocenoze se observă că numărul speciilor şi proporţiile dintre ele diferă. În unele biocenoze numărul speciilor este foarte mic iar proporţiile dintre ele foarte variabile. De exemplu, în tundră lichenii reprezintă speciile cele mai răspîndite (elementul dominant), în timp ce vegetaţia lemnoasă este slab reprezentată (în special forme pitice). Într-o pădure ecuatorială numărul speciilor tinde spre un maxim iar numărul indivizilor reprezentînd speciile respective este în general mic. De aici şi proporţiile mai apropiate dintre ele.

Pădurile din zonele temperate ocupă o poziţie intermediară. Aici domină 2—3 specii, restul fiind reprezentate printr-un număr scăzut de indivizi. *Diversitatea* sau *heterogenitatea* biocenozelor se poate calcula după anumite formule. În principiu toate calculele pornesc de la ideea că diversitatea unei biocenoze este legată de cantitatea de informaţie * din biocenoză, raportată la unitatea de structură (pentru fiecare specie):

$$H = - \Sigma pi \log. pi$$

în care cantitatea de informaţie depinde de gradul de organizare al elementelor sale. Cînd elementele unui sistem sînt egale, diversitatea (H) este maximă;

* Informaţia se poate defini ca o succesiune de semnale distribuite discontinuu în spaţiu şi timp.

pi = exprimă probabilitatea unui eveniment (în cazul nostru, a găsirii unei specii în biocenoză).

$$pi = \frac{1}{\text{nr. speciilor dintr-o biocenoză}}$$

$\log pi$ = logaritmul probabilității date

Ipotetic, o biocenoză cu o singură specie are diversitatea zero. Cînd sînt două specii într-o biocenoză putem avea un caz cînd o specie este în proporție de 99% și alta de 1%, și un alt caz cînt ambele specii sînt reprezentate printr-o proporție de 50%. Diversitatea maximă se realizează atunci cînd speciile dintr-o biocenoză sînt cît mai apropiate între ele (50% fiecare). În cazul cînd sînt trei specii într-o biocenoză, diversitatea maximă este atinsă atunci cînd fiecare specie ar avea o pondere de 33%. Dacă comparăm două biocenoze care au diversitatea maximă (proporțiile egale între specii) diversitatea va fi mai mare acolo unde numărul speciilor va fi mai mare.

Din punct de vedere al calității informațiilor și al proprietăților conferite de diversitatea unei biocenoze, însușirea cea mai importantă care depinde de valoarea diversității este stabilitatea. Cu cît diversitatea este mai mare, cu atît stabilitatea este mai mare. Stabilitatea depinde în întregime de unica specie dominantă. Dacă se întîmplă ceva cu această specie care domină în biocenoză, mergînd pînă la reducerea însemnată a ei, se produce un dezechilibru catastrofal pentru întreaga biocenoză.

O biocenoză simplificată (o pește ră) depinde în întregime de guano, deci de populația dominantă a liliecilor care îl produc. Reducerea lor numerică duce la scădera cantității de guano, care poate duce pînă la dispariția biocenozei.

În pădurile ecuatoriale unde diversitatea este cea mai mare nu se cunosc asemenea catastrofe, deoarece numeroasele specii existente se echilibrează reciproc.

De obicei se produc dezechilibre în agrobiocenoze, biocenoze controlate de om.

În evoluția lor biocenozele nu tind spre realizarea unei diversități maxime, ci spre realizarea uneia optime, care asigură cea mai bună stabilitate a biocenozei și coexistența tuturor speciilor.

Cunoașterea diversității permite, cu anumită prudență, compararea diferitelor biocenoze.

Prin funcția biocenozei se înțeleg: rata fluxului biologic, adică ratele producției și ratele respirației populațiilor biocenozei, ratele circuitului material sau nutritiv, adică ciclurile biogeochimice, reglarea biologică sau ecologică cuprinzînd reglările organismelor de către mediu (ca de exemplu în fotoperiodism) și reglarea mediului de către organisme (ca de exemplu fixarea azotului de către microorganisme).

Atît biocenozele acvatice cît și cele terestre privite prin prisma celor de mai sus, au mai multe trăsături comune.

—ele trebuie să aibă aceiași componenți biologici necesari:

a) *producători*, reprezentați prin plantele verzi capabile să fixeze energia luminoasă și o serie de bacterii autotrofe;

b) *macroconsumatori*, animale care consumă patriculele materialelor organice (producători secundari — heterotrofi);

c) *descompunători*, reprezentați de bacterii și ciuperci, care descompun materialul organic din organismele moarte eliberînd nutrienții care sînt astfel redați circuitului materiei;

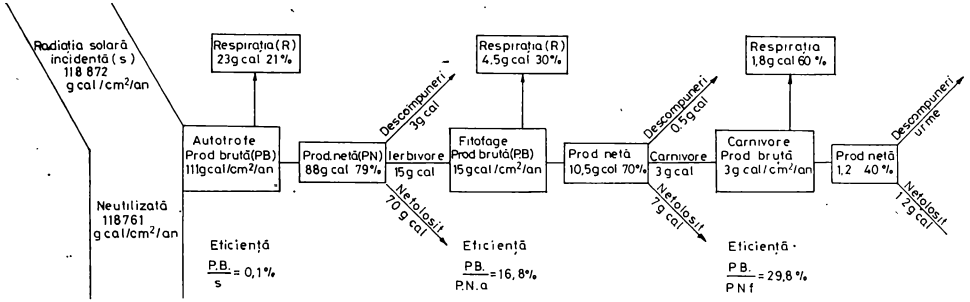


Fig. 1. Schema fluxului de energie prin ecosistem:
PNa — producția netă a autotrofelor; *PNf* — producția netă a fitofagilor (După N. Botnariuc, 1974)

— sînt aprovizionate cu aceleași substanțe biogene: azot, fosfor, săruri minerale etc.;

— sînt reglate și limitate de aceleași condiții de mediu ca: lumină, temperatură, umiditate etc.;

— dispoziția unităților biologice pe verticală este fundamental aceeași;

— ambele au două straturi: un strat autotrof deasupra (zona fotică); un strat heterotrof sub primul (zona afotică).

De subliniat că în timp ce adîncimea pe verticală a biocenozelor variază foarte mult (în special în apă), energia luminoasă pătrunde în ecosistem pe o suprafață orizontală care este în orice loc aceeași. Din această cauză se recomandă ca diferitele ecosisteme să fie comparate pe baza componentelor găsite pe unitatea de suprafață (m^2).

Pe de altă parte biocenozele acvatice diferă de cele terestre prin mai multe trăsături:

— componența speciilor;

— rolul producătorilor, consumatorilor și descompunătorilor;

— structura trofică. Plantele terestre tind să aibă dimensiuni mari, dar rămîn în număr mic pe unitatea de suprafață, în timp ce autotrofele acvatice (ex. fitoplanctonul) au dimensiuni mici dar sînt foarte numeroase. În general, pe uscat, biomasa autotrofelor este mult mai mare decît biomasa heterotrofelor, în timp ce în mări și în lacuri situația se inversează.

Un aspect important al funcționării constă în aceea că fluxul de energie în ecosistem începe cu energia solară care pătrunde și trece succesiv prin nivelurile trofice. La fiecare nivel o mare parte a energiei este folosită în respirație și alte activități pă.ăsind sistemul sub formă de căldură. Cantitatea de energie rămasă după trecerea sa prin 2—3 niveluri trofice este așa de mică încît poate fi ignorată (Fig. 1). Totuși, consumatorii terțiari pot, în unele cazuri, juca un important rol reglator al stării biocenozelor. Stratificarea autotrofă-heterotrofă, subliniată ca o particularitate universală a structurii biocenotice, se concretizează în general, în două lanțuri trofice fundamentale (O d u m, 1962);

— lanț trofic de păşunat;

— lanț trofic de detritus.

Lanțul trofic de păşunat este lanțul clasic din ecologie. Exemplu: fitoplancton ← zooplancton ← pești sau iarbă ← iepure ← vulpe. Totuși, o mare parte a producției nete nu poate fi consumată decît după moartea organismelor, astfel ele devin punct de plecare al fluxului energetic pe care O d u m îl denumește convențional lanț trofic de detritus care ocupă un loc destul de important în stratul heterotrofic, mai ales în sedimentele ecosistemelor acvatice și în litiera ecosistemelor terestre.

Putem schematiza bilanțul energetic al unei biocenoze în felul următor:

Cantitatea de energie pătrunsă într-o biocenoză $H =$
- energia acumulată în biomasa producătorilor primari. O parte F^b din aceasta este transferată către consumatori de diferite ordine;
- F^c energia din biomasa consumatorilor. O parte se acumulează sub formă de substanță organică moartă;
- F^m energia substanțelor organice din mediu;
- T^s energia pierdută în diferite activități

Deci bilanțul energetic al unei biocenoze poate fi calculat după următoarea formulă:

$$F^b = H - F^c + F^m + T^e$$

În concluzie, interdependența speciilor în cadrul biocenozei înseamnă adaptarea lor reciprocă, ea cuprinzînd cele mai diferite laturi ale organizării și activității lor, fiind un însemnat factor de integrare a sistemului biocenotic și de autoreglare a echilibrului dinamic. Cele mai importante relații sînt cele trofice, dar nu pot fi neglijate celelalte legături, care uneori pot căpăta importanță de prim ordin în reglarea integralității unei biocenoze și a legăturilor ei cu alte sisteme. Viața unei populații în cadrul unei biocenoze nu se reduce doar la relații de nutriție. Activitatea sa este complexă, pe lîngă nutriție fiind legată de asigurarea reproducerii, apărare, concurență, protecție, răspîndire etc. Prin toate aceste canale, populațiile sînt complex și intim integrate în biocenozele lor. Tocmai aceste relații multiple cu diferite specii și cu condițiile abiotice asigură integralitatea și autoreglarea stării biocenozelor și a întregului ecosistem (Fig. 2).

2.2. CARACTERIZAREA GENERALĂ A ECOSISTEMULUI

Ecologia, ca știință se ocupă de conexiunile biologice în cadrul populațiilor și biocenozelor integrate în ecosisteme naturale sau artificiale, studiază structura, producția și productivitatea sistemelor biologice supraindividuale.

Structura și funcțiile populațiilor și ale biocenozelor rezultă în esență din conexiunile din interiorul populațiilor și între populațiile și condițiile mediului abiotic.

Un ecosistem reprezintă unitatea ecologică funcțională elementară a biosferei alcătuită din biotop (partea nevie) ocupat de asociații complexe de plante, animale, microorganisme, asociații, care poartă numele de biocenoză.

Ecosistemul este unitatea ecologică funcțională elementară pentru că în ierarhia sistemelor, biocenoza împreună cu biotopul său reprezintă primul nivel de organizare la care se realizează un tip determinat al interacțiunii componentelor anorganice și organice care asigură desfășurarea circuitelor biogeochimice, transferul de energie cît și transformarea energiei într-un fragment dat al scoarței.

Botanistul T a n s l e y (1935) formulează pentru prima dată noțiunea de ecosistem ca unitate ecologică, precizînd prin aceasta o porțiune de biosferă formată dintr-o parte vie (biocenoză) și o parte nevie (biotopul) în care biocenoza își desfășoară activitatea. Între cele două componente majore se stabilesc schimburi continui de substanță și energie. Ecologul botanist S u k a c e v (1940) introduce termenul de *biogeocenoză* pentru comunitățile vieții și scoarței terestre.

2.2.1. CLASIFICAREA ECOSISTEMELOR

Ecosistemele se deosebesc între ele în primul rînd prin originea lor. În acest sens ecosistemele pot fi clasificate în: spontane sau naturale și ecosisteme antropogene.

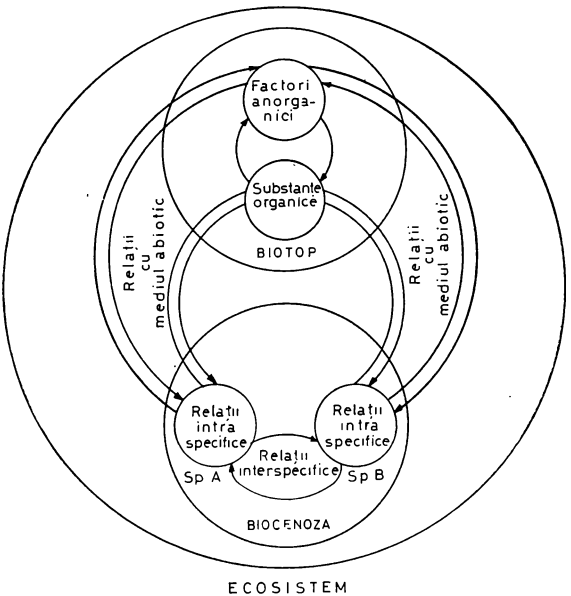


Fig. 2. Ecosistem. Corelații directe și indirecte între factorii componenți (După N. Botnariuc 1974)

Ecosistemele naturale apar în mod spontan prin relațiile organismelor între ele și în strînsă interdependență cu factorii mediului abiotic (fără intervenția omului). Ecosistemele naturale, după natura biotopului pot fi:

—ecosisteme marine;

— ecosisteme de ape interioare;

— ecosisteme terestre.

Ecosisteme antropogene sînt formate ca urmare a acțiunii conștiente sau inconștiente a oamenilor — ca factori ecologici constructivi în natură. Exemple: eleștee, lacuri de baraj, cîmpii cultivate, livezi, grădini.

După substratul pe care se dezvoltă, ecosistemele pot fi clasificate în: *acvatice* și *terestre*. Ecosistemele acvatice sînt de *apă dulce* și *marine*. Cele de apă dulce pot fi: *stătătoare* (bălți, lacuri, mlaștini) sau *curgătoare*

(pîrîuri, rîuri, fluvii). Ecosistemele terestre cuprind suprafaţa uscatului, peşterile şi solul.

În funcţie de cele trei dimensiuni ale spaţiului: lungime, lărgime şi înălţime, ecosistemele se pot delimita în:

— *ecosisteme tridimensionale*, care au bine exprimate toate cele trei dimensiuni (exemplu: un lac, o pădure);

— *ecosisteme bidimensionale*, cu lungimea şi lărgimea depăşind considerabil parametrul înălţimii (exemplu: terenurile cultivate cu cereale, legume, tundra, stepa);

— *ecosisteme unidimensionale*, care au o singură dimensiune bine conturată — lungimea, prezente la întrepătrunderea a două ecosisteme. Sînt numite *ecotoni*. Exemplu, liziera pădurilor, litoralul apelor. În cadrul acestor ecosisteme, biocenoza este mai bine reprezentată, are o concentrare mai mare de specii.

O altă împărţire a ecosistemelor se poate face după dominanţa activităţii autotrofelor sau a heterotrofelor:

— *ecosisteme autotrofe*, în care domină activitatea producătorilor (plante verzi macrofite sau microfite). Exemple: păduri, cîmpii, bălţi cu multă vegetaţie;

— *ecosisteme heterotrofe*, în care domină activitatea consumatorilor (bentosul bălţilor, lacurilor, peşterilor).

După stadiul de dezvoltare, ecosistemele se mai pot clasifica în:

— *ecosisteme tinere*, în care producţia plantelor verzi întrece consumul (culturile agricole, pădurile tinere);

— *ecosisteme mature*, în care producţia este egală cu consumul (o pădure matură);

— *ecosisteme senescente*, în care consumul întrece producţia plantelor verzi (o cîmpie suprapăşunată).

2.2.2. SUBDIVIZIUNILE ECOSISTEMELOR

Ecosistemele nu sînt omogene. În interiorul lor putem deosebi diferenţieri — elemente structurale — care pot fi cercetate de sine stătător. Biotopul, teritoriul ocupat de o biocenoză, nu este uniform. În funcţie de anumite diferenţe structurale, speciile se localizează diferenţiat în anumite puncte ale biotopului.

— *Habitatul* este porţiunea din biotop cu o anumită structură şi însuşiri caracteristice, ocupată de anumite populaţii din cadrul biocenozei. Exemplu: într-o baltă sînt unele porţiuni ale bentosului alcătuite din nisip, altele din nămol fin. Bivalvele trăiesc preferenţial pe fundul nisipos unde cantitatea de oxigen este mai mare. Deci, fundul nisipos este socotit habitatul lamelibranhiatelor de baltă. Tubificidele şi larvele de chironomide trăiesc preferenţial în sedimentele fine, mîloase.

Habitatul nu trebuie confundat cu noţiunea de *nişă ecologică*. Nişa ecologică nu este o subdiviziune a ecosistemului, dar de multe ori sugerează o localizare spaţială a unei populaţii (specii). Ea exprimă locul pe care îl ocupă o populaţie în economia unui ecosistem, deci funcţia pe care o îndeplineşte populaţia respectivă.

— *Sinuzia* — microasociaţie reprezentînd părţi din biocenoză (asociaţii de specii) care ocupă un habitat foarte restrîns. Exemplu, asociaţiile de vie-

ţuitoare din stratul de muşchi, de pe trunchiurile copacilor sau de pe micile pîlcuri de ferigi etc.

— *Stratul*. Într-un ecosistem se distinge o stratificare verticală a componentelor. Fiecare strat are caracteristicile lui, vieţuitoarele lui. Exemplu: într-o pădure stratul frunzelor căzute, stratul ierburilor, arbuştilor, arborilor.

— *Merocenoza (biochoria)*. Reprezintă o asociaţie de vieţuitoare care ocupă un loc bine delimitat (merotop). Este tot o microstructură juxtapusă ca şi sinuzia dar mai mică decît aceasta. Exemplu: frunzele de nufăr, scorbura unui copac, o dejecţie etc.

— *Ecotonul* nu este o subdiviziune a unui ecosistem ci, mai corect, o zonă de tranziţie între două sau mai multe ecosisteme adiacente. În cadrul ecotonului, numărul speciilor de plante fiind mare şi numărul speciilor de animale este mare. Această creştere a numărului de specii ca bogăţie, diversitate şi productivitate s-a numit *efect de lizieră*. El se întîlneşte la întrepătrunderea oricăror ecosisteme, chiar dacă nu avem de-a face cu o lizieră.

2.3. STRUCTURA ŞI FUNCŢIILE ECOSISTEMULUI

2.3.1. STRUCTURA ECOSISTEMULUI

Ecosistemele au o structură în sensul că sînt compuse din diferite părţi sau elemente şi acestea sînt aranjate într-un model definit. Interrelaţiile dintre elementele constituente sînt baza structurii. În general structura unui ecosistem poate fi reflectată prin unele aspecte supuse observaţiei: efective numerice şi ca biomasă, distribuţia indivizilor în interiorul populaţiilor, în modul de hrană, în distribuţia pigmenţilor asimilatori ş.a. Structura, în general, devine mai complexă, mai bogată în timp, deci este legată de istorie. Ca o măsură cantitativă a structurii s-a ales un termen care sugerează acest caracter istoric — *maturitate*. În general se poate vorbi de un ecosistem mai complex ca de un ecosistem mai matur. Criteriile complexităţii ecosistemelor rezidă în numărul mai mare sau mai mic de elemente cu lanţuri trofice şi cu relaţii între specii bine definite sau specializate.

Structura biotopului cuprinde studiul calitativ şi cantitativ în spaţiu şi timp a elementelor structurale ale biotopului; de exemplu structura substratului pe care este instalată biocenoza.

Se studiază distribuţia în spaţiu şi timp a elementelor legate de nutriţie: lumina, gazele, sărurile minerale, valoarea presiunii atmosferei sau hidrosferei, temperatura, factorii mecanici ai biotopului ca: mişcarea aerului, curenţii apei. Toţi aceşti factori trebuie studiaţi sub diverse aspecte. Este absolut necesar a se ţine seama de variaţia în timp şi spaţiu a acestor factori. Variaţia în spaţiu reprezintă de fapt gradientul în biotopul dat (ex. variaţia factorilor în adîncimea apei) iar variaţia lor în timp reprezintă dinamica. Printre factorii abiotici un loc aparte îl au substanţele organice. Unele din ele sînt reprezentate de substanţele ectocrine secretate sau excretate de diverse vieţuitoare şi care pot avea roluri diferite în viaţa diferitelor specii. Pentru unele specii pot fi stimulatoare, iar pentru altele inhibitoare în procesul de reglare a raporturilor numerice şi de corelare a diferitelor specii. La ele se adaugă şi substanţele provenite din descompunerea organismelor. Studiul fiecărui factor abiotic este foarte important şi necesită aparatură sepcifică. În cercetarea oricărui sistem se fac întotdeauna observaţii asupra climei care reprezintă o totalitate de acţiuni ale factorilor abiotici. Cercetă-

rile trebuie să se facă nuanțat în funcție de scara la care sînt planificate investigațiile de cunoaștere. Se pot distinge trei aspecte referitoare la climă:

— *Macroclima* este rezultatul acțiunilor factorilor climatici la nivelul ecosistemului luat în întregul său. Se mai numește clima regională, ea fiind rezultatul poziției geografice a ecosistemului dat. Pentru un ecolog are o importanță mai mică.

— *Mezoclima* este mult mai importantă pentru studiile ecologice pentru că se apropie mai mult de condițiile concrete ale biocenozei. Este clima la o scară mai redusă. Exemplu: clima unei păduri.

— *Microclima* este clima cercetată la scara organismelor unor specii cercetate. Exemplu: insectele adulte din fam. *bironomidae* sînt întîlnite, de regulă, pe fața inferioară a frunzelor plantelor.

Este importantă cunoașterea interacțiunii dintre diferiții factori de mediu. De exemplu: mișcarea apei și cantitatea de O_2 dizolvat, direcția vîntului dominant, variația gradienților (stratificarea pe verticală și orizontală a diferitelor fracțiuni granulometrice, substanțe chimice organice și anorganice etc.).

Structura biocenozei constă în cunoașterea elementelor componente a speciilor ce intră în alcătuirea biocenozei, cunoașterea proporțiilor cantitative și compararea din punct de vedere al biomasei lor. De multe ori ținem seama de criteriul numeric, de biomasă și de funcția speciilor în biocenoză. Este necesar însă să se cunoască și distribuția lor în spațiu, interacțiunile dintre specii și modificările în timp ale elementelor structurale ale biocenozei. Acestea constituie obiectul de studiu al *dinamicii*.

Studiul elementelor de structură a biocenozei se concretizează prin cunoașterea și exprimarea cantitativă a diferitelor raporturi între speciile componente. Pentru reflectarea acestor raporturi se folosesc o serie de indici cantitativi, prezentați la caracterizarea biocenozelor. Valoarea lor permite o cunoaștere mai corectă a relațiilor din interiorul biocenozei și o mai precisă caracterizare a componentelor acesteia.

2.3.2. FUNCȚIILE ECOSISTEMULUI

Structurile unui ecosistem sînt, fără excepție, funcționale.

Funcționarea acestor structuri și a ecosistemului luat în întregul său rezultă din interacțiunea diferitelor specii și a acestora cu factorii abiotici.

Esența acestor funcționări constă în aceea că energia solară și substanțele nutritive minerale (factorii abiotici) sînt antrenate în circuitul biologic și transformate în substanța organică care intră în alcătuirea organismelor vii ale biocenozei.

Din această cauză orice ecosistem trebuie considerat ca o unitate producătoare de substanță organică materializată în organismele ce populează biotopul dat.

În fiecare ecosistem deosebim trei funcții esențiale:

— *Funcția energetică* a ecosistemului care constă în fixarea energiei solare de către plantele autotrofe (în energie chimică potențială) și apoi în transferul acestei energii la diferite grupe de organisme.

— *Circulația materiei* în ecosistem este o funcție indisolubil legată de prima. Constă în circulația substanțelor nutritive anorganice și organice între speciile componente ale ecosistemului și între acestea și biotop.

— *Funcția de autoreglare*. Pentru ca aceste funcții enunțate mai sus să se poată desfășura normal, un ecosistem trebuie să aibă o anumită sta-

bilitate, adică anumiți parametrii structurali (o anumită structură a speciilor), anumite proporții între specii să se păstreze oarecum puțin schimbate, un timp mai mult sau mai puțin îndelungat. Din această necesitate rezultă o a treia funcție de *autoreglare a stării funcționale* care permite menținerea unei anumite stabilități (fig. 3).

Toate aceste funcții depind, dacă nu exclusiv, în cea mai mare parte de relațiile dintre populații izvorîte mai ales din necesitățile trofice. Relațiile trofice dintre organisme sînt cele care determină o anumită structură a ecosistemului.

2.3.3. STRUCTURA TROFICĂ ȘI RELAȚIILE TROFICE ALE ECOSISTEMULUI

Din punct de vedere al rolului, al modului de participare al diferitelor grupe de plante, animale și microorganisme la îndeplinirea celor trei funcții ale ecosistemului, deosebim de pe pozițiile structurii trofice trei mari categorii de organisme: *producători, consumatori și reducători sau descompunători.*

Speciile producătoare (producătorii). Sînt specii capabile să producă substanțe organice pornind de la substanțe anorganice prin utilizarea unei surse de energie de natură nebiologică. Aceste specii se numesc *producători primari* și sînt reprezentate prin mai multe grupe de organisme.

1. Cele mai importante sînt *plantele verzi,* care utilizînd energia radiantă o transformă în energia legăturilor chimice din substanțele organice. Este o reacție endotermică, cu consum de energie și în același timp o reacție de reducere a CO_2.

2. *Bacteriile fotosintetizante* (bacteriile purpurii) sînt capabile de fotosinteză datorită pigmenților purpurii, bacteriopurpurina și bacterioclorina care le conferă o culoare roșie-violacee. Din această categorie fac parte două grupe sistematice, *Thiorhodaceae* și *Ahtiorhodaceae.* Cele mai răspîndite sînt *Thiorhodaceele* care fac fotosinteza reducînd CO_2 de la care iau O_2 cu care oxidează H_2S pînă la eliberare sulfului molecular depus apoi în corpul bacteriilor. Hidrogenul sulfurat rezultă din descompunerea anaerobă a substanțelor organice și în urma activității vulcanice.

3. *Bacteriile chemosintetizante* se deosebesc de cele fotosintetizante prin natura sursei de energie necesară reducerii CO_2 și încorporării acesteia în substanțele organice. Ele folosesc energia chimică a diferitelor reacții de oxidare. Exemplu: bacteriilenitrificatoare oxidează sărurile amoniacale pînă la nitriți *(Nitrosomonas),* nitrotbacteriile *(Nitrobacter)* oxidează nitriții pînă la nitrați. Oxidarea este o reacție exotermă, iar energia eliberată este folosită la reducerea CO_2 și la construirea moleculelor organice. Substanța organică produsă de producători se numește producție primară.

Consumatorii (organisme heterotrofe) sînt de mai multe categorii:

— consumatori primari sau de ordinul I (ierbivore)

— consumatori secundari sau de ordinul II } (carnivore)

— consumatori terțiari sau de ordinul III }

Nu sînt capabili de sinteza substanțelor organice din substanțele anorganice. Ei produc substanța organică proprie pornind de la alte substanțe organice preexistente. Substanța organică produsă de consumatori se numește *producție secundară.*

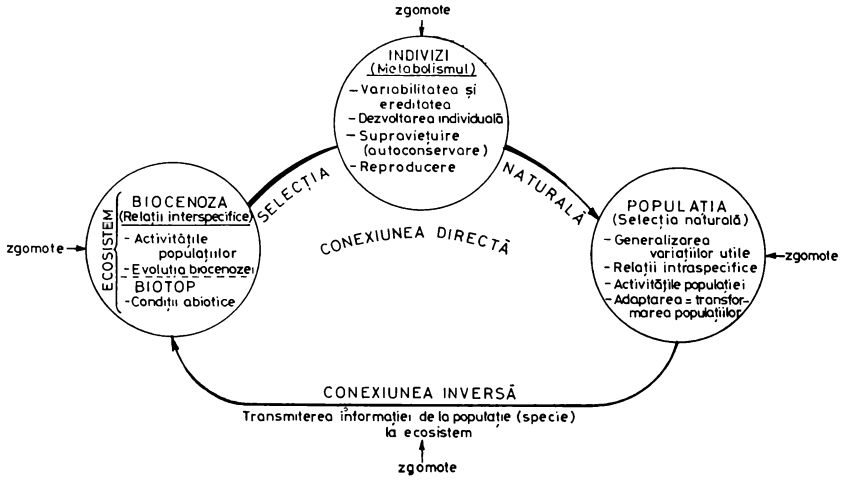


Fig. 1 Schema generală a mecanismului de autoreglare a ecosistemului (După N. Botnariuc, 1974)

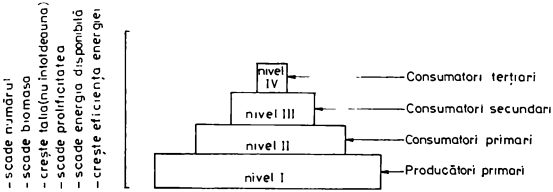


Fig. 4. Schema generală a piramidei trofice (original)

Reducătorii (descompunătorii) sînt reprezentaţi prin bacterii şi ciuperci al căror rol esenţial este descompunerea resturilor organice provenite de la plante şi animale (resturi de plante, cadavre de animale, excremente, secreţii şi alte produse ale activităţii plantelor şi animalelor). Descompunerea se desfăşoară treptat prin intervenţia succesivă a diferitelor grupe de microorganisme al căror ultim efect este mineralizarea substanţelor organice şi reintrarea substanţelor minerale în circuitul trofic. Cunoscînd grupările trofice putem examina relaţiile trofice dintre populaţii aparţinînd aceleiaşi grupări funcţionale. Putem grupa diferite populaţii dintr-un ecosistem după numărul de trepte care le separă de producători primari.

I. Producătorii primari formează prima treaptă în care intră toate speciile care sintetizează substanţe organice pornind de la substanţe anorganice.

II. A doua treaptă este aceea a consumatorilor de ordinul I sau a fitofagilor.

III. A treia treaptă este a consumatorilor de ordinul II (carnivore sau zoofage).

Asemenea grupări de specii (populaţii) despărţite de producătorii primari printr-un acelaşi număr de trepte se numesc *nivele trofice.*

Cunoaşterea nivelelor trofice ale unui ecosistem este importantă pentru că ne permite să relevăm anumite reguli generale, legităţi, privind modul cum sînt organizate relaţiile dintre nivelurile trofice. Structura trofică a ecosistemului se exprimă grafic, cantitativ, prin *piramide ecologice,* care cuprind fie numărul indivizilor, fie biomasa sau energia din fiecare nivel trofic (fig. 4).

Cantitatea de biomasă sau numărul organismelor prezente la un moment dat pe un areal într-un nivel trofic sau într-o populaţie din acelaşi nivel se numeşte *standing crop* — termen utilizat de O d u m.

În mod ideal, o specie aparţine unui anumit nivel trofic. În realitate sînt foarte multe specii de plante şi animale care aparţin la 2 niveluri sau mai multe niveluri trofice. Populaţii diferite făcînd parte din diferite niveluri trofice sînt legate între ele prin relaţii trofice şi alcătuiesc *lanţuri trofice.*

Lanţurile trofice reprezintă căile cele mai importante prin care se produce transferul de materie şi de energie în ecosistem. După complexitatea ecosistemelor, lanţurile trofice pot cuprinde un număr mai mare sau mai mic de verigi. Fiecare verigă într-un lanţ trofic reprezintă nivelul trofic corespunzător din care face parte populaţia sau specia dată. Numărul verigilor din lanţurile trofice este limitat, rareori depăşind 5—6 verigi.

Nu toate lanţurile trofice au la bază producţia primară. Unele pot avea la bază detritusul organic (resturi de plante şi animale moarte). Deseori

acestei baze trofice i se acordă o importanță minoră deși sînt cazuri în care pot cărăta un rol principal. De exemplu, în unele ecosisteme, cea mai mare parte a substanței organice produsă de ecosistem nu este valorificată de diferiții consumatori, ea ajungînd sub formă de detritus cu care se hrănesc diferite animale și plante saprofite. De aceea, unele lanțuri trofice au la bază nu producția primară, ci detritusul organic. De exemplu, cu sedimentele organice din apă se hrănesc diferiți viermi și larve de insecte, care, la rîndul lor, constituie hrană pentru pești.

Numărul verigilor lanțurilor trofice este limitat. Fiecare nivel trofic produce o anumită cantitate de substanță organică materializată în substanță vie. Nivelul trofic următor nu consumă decît o mică parte din ceea ce produce nivelul trofic precedent, astfel încît cantitatea de substanță pusă la dispoziție de un nivel trofic pentru nivelul următor scade foarte repede în așa fel, încît, la un moment dat, după 3—4—5 trepte, organismele din vîrful piramidei trebuie să cheltuiască mai multă energie în raport cu hrana pe care o procură și astfel nu pot compensa pierderea de energie. Astfel, în mod inevitabil, numărul lanțurilor trofice este limitat la cîteva. Cu cît un lanț trofic va fi mai scurt, cu atît producția nivelurilor respective va fi mai mare. Producția maximă este producția primului nivel trofic al producătorilor primari. Producția producătorilor primari asigură energia pentru un anumit număr și o anumită masă de fitofagi, iar aceștia pentru carnivore. Cînd producția primară scade ecosistemul se dezechilibrează. Nu toate lanțurile trofice și nu toate populațiile au aceeași importanță în viața ecosistemelor. Nu există populație care să nu fie integrată, cel puțin, într-un lanț trofic.

Lanțurile trofice principale sînt alcătuite de obicei din specii dominante în ecosistem ca număr sau ca biomasă și au un rol hotărîtor în circulația și transferul energiei în ecosistemele respective. Ele reprezintă, deci, căile principale de circulație a materiei și energiei în ecosistem și îndeplinesc rolul esențial în desfășurarea proceselor de reglaj care asigură stabilitatea ecosistemelor date (Fig. 5) .

Lanțurile trofice, în realitate, nu sînt niciodată izolate. Fiecare verigă se hrănește cu organisme aparținînd la diferite specii. În cazul monofagelor ele servesc drept hrană mai multor specii.

Lanțurile de bază între ele formează *rețele trofice* care exprimă mai exact lucrurile, deși complică cercetarea structurii trofice a ecosistemelor. Structura trofică are importanță esențială pentru înțelegerea proceselor de funcționare a ecosistemelor. Studiul concret al lanțurilor trofice este o problemă foarte complicată, dificilă, deoarece este greu să ținem seama de toți factorii care intră în structura și funcționarea lor.

Metode de stabilire și cercetare a lanțurilor trofice. Metodele urmăresc în esență stabilirea calitativă și cantitativă a legăturilor trofice, în ultimă instanță, stabilirea hranei consumate de diferitele verigi ale lanțului trofic. Aceste metode sînt folosite diferit de la o situație la alta, de la grup la grup.

O metodă mai greoaie și mai rar aplicată este cea a *observației directe a hranei consumate*. Se observă sistematic componența în specii a hranei, cantitatea ei și variația ei în timp. Această metodă poate oferi date importante privind cantitatea și calitatea hranei. Mult mai folositoare este metoda *analizei conținutului tubului digestiv al animalelor*. Deși nu este simplă este cea mai eficientă.

Se colectează animalele, se extrag tuburile digestive, se conservă, se etichetează și apoi se analizează conținutul tubului digestiv. După resturi,

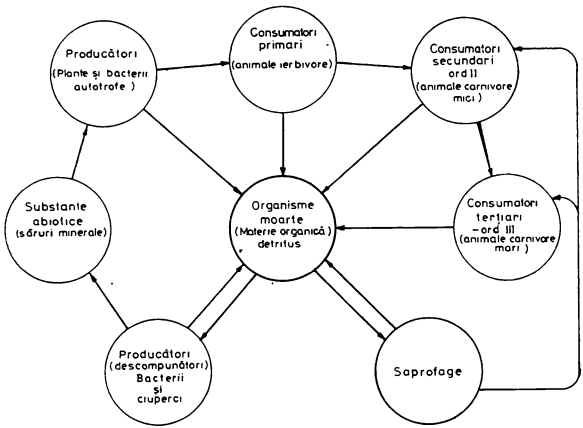


Fig. 5. Reprezentarea simplificată a ciclurilor trofice dintr-un ecosistem (original)

de multe ori digerate, trebuie reconstituite speciile cu care s-au hrănit, trebuie evaluată biomasa și numărul indivizilor ce au servit drept hrană și, de asemenea, trebuie evaluată rația zilnică și în cît timp este ea digerată.

La păsările răpitoare ingluviile regurgitate permit reconstituirea componenței hranei.

Cu ajutorul izotopilor radioactivi se pot marca animalele ce servesc drept hrană, și, cu contoare de impulsuri se poate urmări transferul acestor izotopi.

2 3.4. CIRCUITUL MATERIEI ÎN ECOSISTEM

Una din funcțiile ecosistemului este și circuitul elementelor chimice în ecosistem.

Interacțiunea geosferelor se concretizează prin fenomenul denumit impropriu circuitul materiei. De fapt este vorba de procese complexe, constînd din *circulația (deci deplasarea)* materiei și din transformarea ei, implicînd în mod necesar atît transferul de energie de la un corp la altul, cît și transformarea energiei. Astfel, nu poate fi vorba de un circuit, de o mișcare în cerc, cu întoarcere la starea inițială, ci de un proces de dezvoltare, de evoluție, atît a organizării materiei, cît și a formelor de energie.

Viața — ca formă de mișcare a materiei — a reprezentat un fenomen planetar, cosmic, marcînd începutul unei ere noi în circulația materiei și energiei. Materia vie a adus schimbări radicale în intensitatea, ritmul și sensul

acestui proces, prin desfășurarea și dezvoltarea ciclurilor biogeochimice, adică a ciclurilor desfășurate sub influența activității vieţuitoarelor.

Metabolismul, ca rezultat al unității contradictorii dintre asimilație și dezasimilație, este caracteristic pentru fiecare individ, specie și biocenoză. Sinteza materiei vii și acumularea de energie, pe de o parte, și degradarea ei cu utilizarea energiei eliberate, pe de altă parte, sînt riguros specifice și coordonate. Ele implică utilizarea unor anumite resurse ale mediului anorganic, în care intră atît macroelemente, microelemente, cît și ultramicroelemente. Dat fiind ritmul rapid de înmulțire a organismelor, oricare ar fi rezervele elementelor chimice din scoarță și cantitățile de energie disponibile, ele ar fi repede epuizate. De aceea, circulația acestor elemente chimice, deci întoarcerea lor în mediu și apoi reintrarea din nou în circuit apare ca o necesitate fără de care viața nu poate exista.

Funcțiile metabolice fiind riguros specifice și selective, desfășurarea ciclurilor biogeochimice implică intervenția în diferite porțiuni ale ciclurilor a diverselor organisme, îndeplinind funcții diferite. În felul acesta, circuitul materiei este condiționat de diversitatea formelor vieții, iar această diversitate, la rîndul său, nu poate exista în afara circuitului, deoarece ar duce repede la epuizarea multor substanțe necesare. Pe planul biosferei, deci diviziunea funcțională a vieții în producători, consumatori și reducători apare ca o necesitate care condiționează însăși persistența materiei vii. Ea determină circuitul elementelor chimice (carbon, azot, fosfor, sulf etc.). Creșterea cantității de materie vie, a biomasei, implică antrenarea în circuitul biologic a unor cantități tot mai mari de material anorganic. Eficiența acestui proces devine tot mai mare, cu cît diversitatea formelor vieții în cadrul fiecărei grupe funcționale este și ea mai mare. Diversificarea formelor vieții, organizarea unor anumite relații între aceste forme, evoluția lor au fost rezultatul și totodată cauza diversificării ciclurilor biogeochimice. Măsura acestui proces ne-o dă diversitatea actuală uriașă a speciilor al căror număr se ridică la aproape două milioane.

Esențial pentru ecolog este că fluxul de energie se desfășoară totdeauna într-un sens; materia, cel puțin teoretic, are un circuit care rezultă din faptul că aceiași atomi sau molecule pot străbate în cicluri, același ecosistem.

În biosferă, ciclurile biogeochimice sînt determinate deci de activitatea diferitelor ecosisteme. Fiecare element chimic are circuitul său și intră în componența materiei vii, iese din această componență, intră în componența materiei anorganice și apoi este restituit materiei vii. Ciclurile biogeochimice ale unor elemente sînt *cicluri închise* în care în linii mari, cîștigurile (intrările în materia vie sînt compensate prin ieșirile elementului respectiv din materia vie. Aceste cicluri sînt echilibrate, închise, încît nu se înregistrează pierderi mari. Așa sînt ciclurile gazoase ale carbonului sub formă de CO_2 și azotului sub formă liberă. Pentru ambele elemente sursa principală este atmosfera. *Ciclurile deschise*, necchilibrate, posedă anumite etape (momente) de sedimentare a elementelor în care pierderile (ieșirile din ciclu) nu sînt compensate. Sînt deci circulații deficitare așa cum este ciclul fosforului și sulfului.

Deși circuitul biologic al materiei este un fenomen planetar, în mod concret el se desfășoară în ecosisteme, unități de organizare ale biosferei și în interacțiunea dintre ele. În fiecare ecosistem condițiile sînt diferite și spe-

cifice atît din punctul de vedere al structurii și funcționării biocenozei, cît și al condițiilor abiotice. De aceea, caracteristicile circuitului material și energetic în fiecare ecosistem — viteza, ritmul, perioada etc. — sînt diferite.

2.3.5. FUNCȚIA ENERGETICĂ ÎN ECOSISTEM

Orice organism pentru desfășurarea unei activități normale are nevoie de energie pentru sinteze de substanțe organice proprii, înlocuirea substanțelor organice degradate în relațiile sale cu mediul, precum și pentru o multitudine de alte activități ce reclamă consum de energie (fig. 1).

Ca sursă de energie, organismele autotrofe, abstracție făcînd organismele chemosintetizante, utilizează energia radiantă a soarelui. Din totalul energiei radiante circa 48% atinge păturile superioare ale atmosferei, cea mai mare parte fiind reflectată și difuzată. Din aceasta, numai o mică parte este utilizată de ecosistem. Fluxul de energie în ecosistem este unidirecțional de la producătorii primari către consumatorii de diferite ordine. Caracterul unidirecțional al fluxului energetic decurge din faptul că totdeauna plantele sînt consumate de fitofagi, aceștia de carnivore și niciodată invers. Însăși structura lanțurilor trofice arată sensul unic al circulației energiei în ecosistem. În același timp, transferul de materie în ecosistem are un caracter ciclic pentru că grupările de organisme descompunătoare produc prin mineralizare substanțe minerale care intră în circuit.

Caracterul unidirecțional al fluxului energetic și caracterul ciclic al materiei în ecosistem sînt două principii fundamentale ale ecologiei. Pentru energie se folosește termenul de transfer de energie și flux de energie, iar pentru materie — circuit al materiei.

Ca orice proces energetic, procesul de transfer de energie se desfășoară conform legilor termodinamicii. Pe parcurs, în diferite momente ale fluxului energetic, se înregistrează pierderi de energie pentru ecosistem (fig. 1).

O formă de energie nu se transformă total în alta. O parte din energie este pierdută sub formă de energie calorică și numai o mică parte este transferată altor verigi. O bună parte de energie este pierdută pe parcursul lanțurilor trofice. Aceasta face ca energia unui nivel trofic, pusă la dispoziție și utilizată de nivelul trofic următor, să reprezinte un mic procent din energia totală disponibilă. Studiul cantitativ exact al acestui proces este foarte important deoarece face posibilă evaluarea estimativă a productivității biologice a diferitelor ecosisteme. Productivitatea biologică a unui ecosistem este capacitatea ecosistemului de a produce substanță organică materializată în organisme. Evaluarea cantitativă este una din problemele de maximă importanță a ecologiei moderne. Cunoscînd legile după care se desfășoară acest proces, putem dirija rațional procesul, în sensul obținerii unei productivități maxime, fără a dezorganiza ecosistemul.

O parte din energia solară incidentă este fixată de către producătorii primari. Cantitatea de substanță organică produsă în urma fotosintezei de către producătorii primari reprezintă *producția brută* a respectivului nivel trofic.

Nu toată producția este pusă la dispoziția nivelului trofic următor (al consumatorilor) deoarece o parte din substanța organică sintetizată este folosită ca sursă de energie pentru desfășurarea activității plantelor, tradusă prin pierderi în procesul respirației. Cantitatea de energie rămasă reprezintă *producția netă* care este pusă la dispoziția nivelului trofic următor.

Același proces se întîmplă cu fiecare nivel trofic. Fitofagele consumă o parte din substanța organică a producătorilor primari, transformînd-o în

substanță organică proprie care reprezintă producția brută. Ceea ce rămîne în urma desfășurărilor activităților vitale reprezintă producția netă. La fel se întîmplă și la nivelul trofic următor al carnivorelor (fig. 1).

Un ecosistem poate primi energie de la alte ecosisteme, deci poate realiza un import de energie, sau poate exporta energie altor ecosisteme.

Din totalul energiei solare incidente numai un mic procent, 1%, este preluat de plante și utilizat în procesul de fotosinteză și doar o mică parte este transformat în energia legăturilor chimice ale substanțelor organice. Mai departe energia scade vertiginos de-a lungul lanțurilor trofice.

Energia absorbită în producția primară netă a autotrofelor reprezintă aproximativ 1%. Eficiența energiei unui nivel trofic reprezintă cantitatea de energie exprimată în procente și transformată în producție netă proprie nivelului trofic dat din totalul de energie disponibilă de la nivelul trofic precedent. Eficiența energetică nu are valoare absolută; ea diferă de la un ecosistem la altul.

Din schema prezentată reiese clar sensul unic al fluxului energetic și scăderea cantității de energie de la un nivel la altul. Descreșterea rapidă a energiei pentru fiecare nivel succedent se observă și din scăderea rapidă a numărului de verigi din lanțurile trofice.

Creșterea pierderilor prin respirație reprezintă aproximativ 21% din productivitatea brută la nivelul producătorilor, 30% la nivelul fitofagilor și aproximativ 60% la nivelul carnivorelor primare. Aceste cifre sînt pline de semnificație. Creșterea pierderilor reprezintă rezultatul unor activități mai intense desfășurate de fitofage și carnivore față de producători. Pierderile nu sînt numai sub formă de căldură rezultată din oxidări. Cu cît organismul este mai evoluat, cu atît activitatea sa e mai complexă (activitatea locomotoare, schimbări în comportament; activitatea nervoasă evoluată etc.).

Începînd de la autotrofe către vîrfurile lanțurilor trofice se constată, nu un simplu flux energetic, ci o treptată transformare a energiei din forme inferioare în forme superioare care apar treptat la diferite nivele trofice (ca energie nervoasă, energie psihică).

De asemenea este semnificativă creșterea eficienței fiecărui nivel trofic. Aceasta înseamnă că organismele evoluate sînt mai eficiente, prezentînd mecanisme reglatoare complexe care permit un randament sporit al folosirii surselor de hrană. Este evident că aspectul fluxului energetic nu poate fi identic pentru toate ecosistemele. În funcție de structura sa fiecare ecosistem are un aspect particular al fluxului energetic.

2.4. SUCCESIUNEA ECOLOGICĂ

Una din cele mai importante consecințe ale reglării biologice într-o biocenoză luată ca întreg este fenomenul succesiunii ecologice.

Biocenozele și deci și ecosistemele, în întregul lor, sînt sisteme dinamice ce se modifică, se dezvoltă prin înlocuirea unor specii cu altele, astfel că, deși treptat, la un moment dat întreaga biocenoză este înlocuită prin alta avînd caracteristici structurale și funcționale diferite. Acest proces de dezvoltare a biocenozelor și ecosistemelor nu se produce la întîmplare, ci după anumite legități cunoscute doar în parte și el reprezintă succesiunea ecologică.

Succesiunea constă dintr-o serie de faze al căror ansamblu poartă numele de serie iar fazele sînt faze seriale sau faze succesionale.

Cauza generală a succesiunii, determinînd caracterul necesar al procesului, constă în interacțiunea dintre biocenoză și biotop. Biocenoza, prin activitatea ei, modifică biotopul. Condițiile de viață devin improprii pentru speciile care le-a produs. Acestea regenerează, dispar treptat și sînt înlocuite în alte specii pentru care condițiile sînt potrivite. Fazele se succed după anumite legități și de obicei culminează printr-o fază de o mai mare stabilitate și durată: *stadiul de climax* (F. E. Clements, 1916) sau *stadiul de maturitate* (R. Margalef, 1970).

Studii experimentale avînd drept scop modelarea procesului succesional, precum și cercetarea succesiunilor desfășurate în condiții naturale au permis deslușirea unor legități importante. Astfel, în faze timpurii, consumatorii fiind puțini, atît biomasa (B), cît și respirația (R) vor avea valori relativ mici. Deci P/B va avea valoarea relativ ridicată, ca și P/R a cărui valoare va fi mai mare decît 1. Consumatorii fiind puțini, structura trofică a biocenozei tinere este relativ simplă, lanțurile trofice scurte, iar producția netă relativ mare. Gradul de organizare a sistemului biocenotic apare relativ scăzut, ca și conținutul său informațional. Aceasta înseamnă că în fazele timpurii ale succesiunii se cheltuiește multă energie pentru menținerea structurii iar entropia este crescută. Acest proces este posibil prin întreținerea unui intens flux energetic. Din cauza nivelului relativ scăzut al organizării sistemului, stabilitatea este și ea scăzută, putîndu-se produce frecvente dezechilibrări.

În fazele succesionale tîrzii, numărul consumatorilor crescînd, crește biomasa (B) iar valoarea raportului P/B scade. Creșterea biomasei înseamnă implicit creșterea respirației (R), astfel că valoarea raportului P/R se apropie de 1. Deci, consumul de energie tinde să egaleze producția. În acest fel, sistemele trofice tind către un grad de organizare mai avansat. Rețeaua trofică se complică, lanțurile trofice se lungesc; crescînd biomasa, crește cantitatea de informație, scade eutropia, iar sistemul devine mai stabil, realizează stadiul de climax sau de maturitate, cînd se consideră că și stabilitatea este maximă.

Analizînd strategia succesiunii ecologice, E. P. Odum (1971) arată că ea constă în intensificarea controlului biologic asupra factorilor biotopului, ducînd astfel la realizarea unei maxime protecții împotriva perturbărilor. Stabilitatea maximă a biocenozei, obținută în faza de maturitate avansată realizează și condițiile unei rezistențe (protecții) maxime, atît față de perturbări cît și față de pătrunderea de noi informații (sistemul devine mai conservator).

Caracterul autoreglabil al evoluției. Orice sistem cu autocontrol implică pe de o parte prezența cel puțin a două părți componente — una care este controlată, reglată și alta care efectuează controlul — iar pe de altă parte a canalelor de comunicare între părțile implicate — conexiune directă și conexiune inversă (fig. 3).

Populația, fiind obiectul evoluției, fiind (ca și indivizii componenți) adaptată la condițiile mediului, reprezintă partea supusă reglării. Mediul populației este ecosistemul, care reprezintă deci partea care efectuează controlul. Acțiunea mediului asupra populației (conexiune directă) se exercită prin indivizii care o compun iar răspunsul populației este comunicat ecosistemului (conexiune inversă) prin desfășurarea specifică a activității populației în cadrul ecosistemului din care face parte. Evoluția înțelcasă ca transformare a populațiilor, apare drept rezultat al corelațiilor dintre sisteme de niveluri diferite (N. Botnariuc, 1974).

3. ACȚIUNEA OMULUI ASUPRA NATURII

Între diferitele componente ale ecosistemelor este o strînsă interdependență, ele fiind, așa cum s-a arătat în capitolul precedent, elementele constitutive ale biomurilor și în final ale biosferei.

Omul, ca orice ființă vie, este unul dintre elementele biosferei, care însă acționează asupra mediului abiotic și biotic mai intens și mai rapid decît orice alt component și totodată în mod specific de la un ecosistem la altul (fig. 6). El a devenit factorul determinant al unor dezechilibre majore provocate de satisfacerea intereselor lui imediate. Acțiunea modificatoare, complexă, se exercită deobicei fără a se privi în perspectiva viitorului. Influența sa are cel mai ades un sens distructiv. El a făcut risipă de materii prime, a utilizat tehnologii nepuse la punct, a poluat și exploatat sălbatec și nerațional resursele naturale vii și nevii, a dus la stricarea unui mare număr de echilibre din natură. El ajunge să suporte acum și în perspectivă consecințele propriei lui activități. Tocmai din această cauză în mod obișnuit cînd se vorbește de acțiunea omului asupra mediului ambiant, se accentuează această latură, neglijîndu-se cealaltă, aceea în care omul repară, îndreaptă, reface efectele negative provocate de el sau care sînt rezultat al fenomenelor naturale.

Trebuie să menționăm aici programul de cercetări organizat de UNESCO, program intitulat *„Omul și biosfera"*, care are ca scop stabilirea bazelor necesare unei utilizări raționale și conservări a resurselor biosferei, ameliorarea relațiilor dintre om și mediul înconjurător, stabilirea repercusiunilor avute de acțiunea oamenilor asupra evoluției ulterioare a biosferei, găsirea căilor de utilizare rațională și eficientă a resurselor naturale ale biosferei. Se speră ca realizarea acestui program să ducă la optimizarea vieții pe pămînt.

3.1. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA PROCESELOR GEOCHIMICE

În activitatea sa economică omul utilizează tot mai mari cantități din resursele energetice acumulate de biosferă în decursul erelor geologice (cărbuni, gaze naturale, petrol, șisturi bituminoase) resurse pe care nu se îngrijește să le utilizeze rațional și pe care folosindu-le, le transformă în bioxid de carbon care se elimină în atmosferă. S-a calculat că în prezent într-o unitate dată de timp se consumă cel puțin de 10 ori mai multă energie decît se acumulează. Reiese că în curînd, odată cu epuizarea stocurilor, această energie va ajunge inevitabil deficitară.

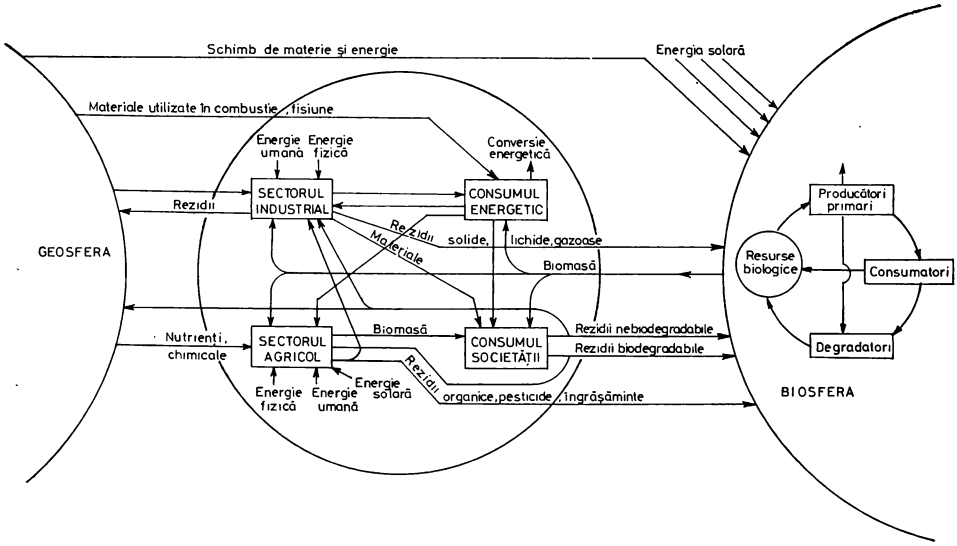


Fig. 6. Formele activității umane și influențele reciproce cu geosfera și biosfera

Pentru desfășurarea activităților economice din subsol se extrag cantități imense de materii prime. Prin prelucrare ele nu mai sînt redate ca atare naturii, ci sînt transformate și folosite în diferite scopuri. Ecologic vorbind, se poate afirma că omul consumă în scurtă vreme mult din ceea ce a adunat pămîntul în milioane de ani.

3.2. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA RELIEFULUI

Dezvoltarea tehnicii a făcut ca intervenția omului asupra mediului geografic să fie de o amploare extraordinară. Menționăm umplerea unor depresiuni cu steril, tăierea dealurilor, terasarea munților, săparea tunelelor, extragerea materialelor de construcție, crearea „munților" de steril lîngă gurile minelor ș.a. Aceste acțiuni duc la nivelarea terenurilor, la indiguirea și devierea apelor în scopul recuperării terenurilor, la extinderea zonelor portuare, construirea drumurilor, săparea canalelor etc. Aceste modificări influențează relieful local și clima, schimbă echilibrul tuturor ecosistemelor afectate de aceste lucrări. Din păcate, la efectuarea acestor modificări se au în vedere doar rareori măsuri menite să ducă la refacerea sau amenajarea adecvată a biotopilor sau biocenozelor afectate, fapt care duce la apariția unor efecte secundare negative cum sînt creșterea ritmului eroziunii, prăbușiri de terenuri, colmatarea bazinelor de apă, poluarea mecanică și chimică, extinderea deșerturilor, ș.a. În cazul în care acestei probleme i se acordă atenția cuvenită efectele negative pot fi reduse sau chiar neutralizate: se reface vegetația în locurile fostelor cariere de construcții, se creează lacuri de agrement în foste cariere de nisip, se acoperă cu sol haldele de steril astfel încît suprafețele lor pot fi redate culturilor agricole.

3.3. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA CLIMEI

În activitatea sa, societatea umană este capabilă să influențeze fenomenele climatice, atît la scară planetară, cît mai ales la scară locală, creînd microclimate noi.

Sub influența arderilor, în atmosferă se eliberează cantități însemnate de bioxid de carbon care, acumulîndu-se, determină o creștere a temperaturii aerului planetar (fig. 7); aceasta duce la o intensificare a procesului de topire a calotelor glaciare, ceea ce determină o creștere a nivelului oceanului. O altă consecință a creșterii temperaturii o reprezintă extinderea zonelor deșertice.

Pe plan local crearea lacurilor de acumulare și plantarea perdelelor forestiere duce la creșterea umidității aerului, la o moderare a climei locale. Defrișările duc la creșterea temperaturii și a evapotranspirației, la apariția averselor locale cu caracter devastator, la modificarea caracterelor ecosistemelor locale, la intensificarea eroziunii solului.

Defrișările ample și exploatarea nerațională a terenurilor au dus la apariția și extinderea zonelor deșertice. Ele se întind acum tocmai în zonele care au fost în trecut regiunile cele mai fertile ale globului: zona dintre Tigru și Eufrat, zona Sud Mediteraneană, Asia Centrală etc. Existența regiunilor aride determină în continuare o serie de modificări climatice în sensul extinderii

deșerturilor (în zona Sahelului și acum pustiul Sahara se extinde cu 5—10 km în fiecare an).

Împotriva acestei agresiuni a deșertului omul intervine activ prin desfășurarea unor ample lucrări de irigații și plantări de terenuri (așa cum se face în prezent în partea sovietică a Asiei Centrale și la noi în zona Sadova—Corabia).

3.4. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA HIDROSFEREI

Acțiunea omului se manifestă asupra mediului acvatic, în moduri foarte variate.

În mări s-a intervenit asupra malurilor, modificîndu-le, corectîndu-le, s-a adîncit fundul mării în zonele portuare, sau dimpotrivă, s-au scos de sub mare întinse

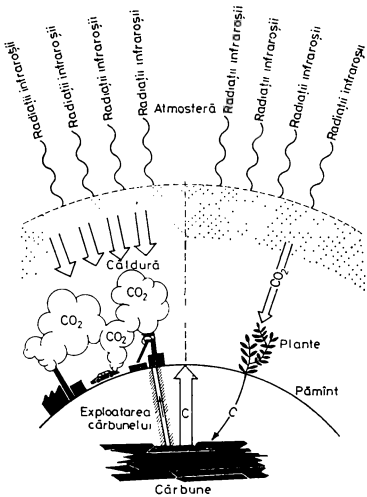


Fig. 7. Circuitul CO_2 în natură

porțiuni de teren (polderele olandeze). Toate aceste lucrări au avut repercusiuni — cel mai ades negative — asupra biocenozelor marine, care au trebuit să se modifice adecvat noilor condiții apărute (de obicei are loc o sărăcire a componentelor biocenozelor, apar tanatocenozele *. se instalează plante și animale curioice, curihaline și ubiciviste, fauna piscicolă se reduce în mod substanțial).

Opus acestei situații, în zonele în care s-a trecut la acvacultura marină (îndeosebi în Japonia), s-a ajuns la creșterea intensivă, în adevărate ferme marine a unor organisme cu mare valoare economică (alge, pești, scoici).

Efectul negativ cel mai important provocat de om apelor marine îl reprezintă poluarea, care afectează suprafețe imense și are efecte grave și profunde asupra biocenozelor (partea de nord-vest a Mediteranei este acum profund afectată de poluare).

Asupra apelor continentale acțiunea omului este și mai intensă și mai evidentă. Se efectuează regularizări ale cursurilor apelor curgătoare, ale văilor torenților, se creează lacuri de acumulare, unele lungi de sute de kilometri și în care se acumulează milioane de metri cubi de apă, se corectează meandre, se creează noi cursuri de apă, (rețelele canalelor de navigație și irigație). În

* Tanatocenoza este o asociație de resturi de organisme moarte (valve, cochilii, schelete etc.)

ultima sută de ani s-au legat între ele diferite bazine fluviale, s-au secat lacuri, bălți și mlaștini, s-au construit baraje. Aceste modificări afectează diferențiat biocenozele existente: unde au fost ape curgătoare au apărut lacuri, unde au fost ape stagnante și mlaștini s-au creat agroecosisteme sau iazuri piscicole etc. Dacă unele dintre aceste lucrări au efecte pozitive (de exemplu reducerea intensității viiturilor și implicit favorizarea dezvoltării biocenozelor reofile), există însă și laturi negative, cum sînt reducerea suprafețelor pe care are loc reproducerea naturală a peștilor, a stocurilor de hrană disponibilă pentru fauna șenalului ca urmare a scoaterii din regimul liber de inundație a albiilor majore ale rîurilor și fluviilor.

Un rol negativ deosebit de important îl joacă deversarea apelor uzate, a căror influență ridică probleme care vor fi discutate în subcapitolul 3.7.

3.5. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA PEDOSFEREI

Solul, acest produs natural complex, rezultat al interacțiunii viețuitoarelor cu stratul superficial al geosferei, a fost din cele mai vechi timpuri afectat intens de activitatea umană. Urmărind obținerea unor randamente maxime de moment, omul a ținut prea puțin seama de necesitatea păstrării și utilizării sale corespunzătoare. Solul a fost degradat prin defrișări și desțeleniri, prin arderea vegetației lemnoase, prin distrugerea structurii și rezistenței ca urmare a folosirii unor utilaje necorespunzătoare, prin exploatarea sa în monocultură. A fost provocat și apoi favorizat fenomenul de eroziune. Adesori omul dorind să amelioreze solurile, dar acționînd pentru aceasta în mod greșit, mai mult l-a afectat. Așa se întîmplă în cazul utilizării îngrășămintelor, oligoelementelor și apei în doze nerațională, excesive. Aplicarea pesticidelor duce la o otrăvire a biocenozelor din sol cu substanțe care ulterior pot ajunge în plante și se pot acumula în animale provocîndu-le intoxicări grave, sau care elimină din sol o serie de organisme cu rol important în transferul materiei de-a lungul lanțurilor trofice. Deșeurile sînt o altă sursă de degradare a solurilor, de care va trebui să se țină seama pe viitor în mult mai mare măsură.

Alături de aceste influențe negative trebuie menționată lupta neîncetată, de milenii, dusă pentru creșterea fertilității solului și pentru combaterea eroziunii. În acest scop s-au creat și perfecționat metode de ameliorare a calității solului, de îmbogățire în materii nutritive și oligoelemente, s-a trecut la terasarea terenurilor în pantă, la refacerea dirijată a structurii solului, la cultivarea terenurilor potrivit cu structura și caracteristicile terenurilor, la o irigare și drenare judicioasă, care să asigure menținerea unei umidități adecvate, obținerea unor recolte bogate etc.

3.6. INFLUENȚA OMULUI ASUPRA BIOSFEREI

Acțiunea omului asupra biosferei a dus la rărirea sau distrugerea multor specii de plante și îndeosebi de animale (în timpurile istorice 200 specii au dispărut, 290 sînt pe cale de dispariție, iar alte 1000 sînt considerate ca foarte rare), la reducerea arealelor și invers, la înmulțirea unor specii, a celor așa numite antropofile (cum sînt vrabia și cioara, șoarecele și șobolanul, unele insecte). A avut loc extinderea arealelor speciilor dăunătoare culturilor agricole, aclimatizarea unor specii în zone geografice diferite de cele în care sînt

originare (de ex. porumbul, cartoful, arborii de cafea și cauciuc, bananierul și ananasul, peștii fitofagi, oile și vitele cornute, caii etc.) și care pune adeseori mari probleme menținerii biocenozelor autohtone (este cazul iepurelui de vizuină în Australia, a caprelor în insula Sf. Elena), exploatarea intensă a stocurilor naturale de plante și animale cu valoare economică (balene, pești oceanici și de apă dulce, cornutele africane mari etc.).

Prin introducerea unor specii în culturi, omul le-a făcut dependente de el. Din tendința de lărgire a suprafețelor agricole, el a distrus pădurile pentru a mări suprafețele destinate pășunatului, a ars jnepenișurile. Consecințele acestor acțiuni au fost ades dezastruoase; tocmai de aceea în prezent se luptă pe diferite căi pentru reducerea acestor daune, în sensul reîmpăduririi terenurilor, al utilizării lor optime și raționale, al protejării speciilor rare etc.

Prin dereglarea funcționalității ecosistemelor a fost favorizată înmulțirea unor specii dăunătoare care pot provoca pagube mari atît ecosistemelor naturale autohtone, cît mai ales culturilor agricole, care sînt mai labile, mai dependente de om (este cazul înmulțirii lăcustelor, gîndacului de Colorado, filoxerei, omidei păroase a dudului, diferitelor ciuperci patogene).

Omul a creat ecosisteme noi în care apar și se dezvoltă biocenoze speciale; agrocenozele (care sînt reprezentate de culturile de cereale și plante tehnice, de livezi și plantațiile de vegetale străine zonelor geografice în care ele sînt cultivate în prezent), acvacultura, creșterea dirijată a fondului forestier. Mediul urban constituie un alt tip de ecosistem antropic. Problemele legate de prevenirea poluării au determinat și ele constituirea unor ecosisteme noi, cele ale instalațiilor de epurare.

Datorită cuceririi tuturor mediilor de pe pămînt, ele sînt influențate sub o formă sau alta, direct sau indirect de acțiunea omului. Dacă unele sînt foarte puțin afectate (junglele africane, pădurile Americii de Sud, taigaua, pustiurile africane și asiatice), altele suferă presiunea umană deosebit de pregnant (cele aflate în contact permanent cu omul, cele din vecinătatea așezărilor, cele dependente de el).

3.7. POLUAREA ȘI EFECTELE EI

Prin folosirea diverselor produse naturale sau sintetizate, omul elimină o serie de produse nefolositoare, denumite poluanți. Aceste produse, rezultate din nevoile lui fiziologice sau din activitatea umană, pot incomoda procesele naturale atunci cînd ele se acumulează, sînt toxice sau nebiodegradabile.

Odată cu creșterea densității populației și cu dezvoltarea tehnicii, cantitatea poluanților a crescut, ajungînd ca treptat să altereze ecosistemele, să dezechilibreze viața naturală pe mari întinderi. În mod obișnuit, datorită capacității lor de autoreglare, ecosistemele sînt capabile să contracareze acțiunea negativă a poluanților, proces care este denumit autoepurare. Cînd însă cantitatea de poluanți depășește capacitatea de autoepurare acest proces este inhibat, ecosistemele suferă un proces de alterare, modificările putînd merge pînă la distrugerea lor, la apariția unei tanatocenoze, a unor zone moarte sau pustiuri.

În secolul nostru problema evitării poluării s-a pus extrem de acut, trecîndu-se la luarea unor măsuri de prevenire a poluării, de distrugere conștientă a poluanților și pe cît este posibil, de recuperare a lor. S-au elaborat

metode de epurare artificială a aerului, apei și solului, în care se utilizează adeseori și fenomene sau acțiuni ale organismelor (metodele de epurare biologică). Pentru protecția mediului se recurge la soluții a căror eficiență merge pînă la limita la care mediul nu suferă din partea poluanților modificări negative evidente.

Ignorarea și neglijarea efectelor produse de poluare duce la dezechilibre ecologice, la apariția unor intoxicații, creșterea morbidității și a anomaliilor genetice și psihofuncționale. Se impune tot mai mult reconsiderarea atitudinii omului față de natură, o adaptare conștientă a activității umane la problemele și legile generale ale ecologiei, la dezvoltarea sa în echilibru cu natura, cu mediul ambiant, în care trăiește și de care depinde.

Preocuparea pentru protecția naturii devine un criteriu al capacității umane de dezvoltare, de asigurare a bunăstării, de dezvoltare economică. În țara noastră acțiunea de protecție a mediului constituie o parte integrantă, de importanță deosebită, a activității generale de dezvoltare economico-socială a țării, în concordanță cu principiile fundamentale ale politicii partidului și statului nostru privind construcția societății socialiste multilateral dezvoltate. Prin Legea nr. 9/1973 și prin crearea Consiliului național pentru protecția mediului înconjurător, statul nostru a creat cadrul legal și organizatoric adecvat care permite ca aceste probleme să fie permanent în atenția organelor de partid și de stat.

Sursele de poluare sînt extrem de variate. Se disting net două grupe mari de surse și anume: poluarea naturală și cea care este rezultatul direct al activității umane.

Dintre formele poluării naturale menționăm erupțiile vulcanice, cutremurele, alunecările de teren, furtunile de praf, dereglările meteorologice și acțiunea normală a viețuitoarelor.

Poluarea, rezultat al activității omului, are loc ca urmare a creșterii aglomerațiilor urbane (din care se elimină deșeuri solide și lichide), al dezvoltării industriei (mai ales a celei miniere, siderurgice, metalurgice, chimice, alimentare și energetice), al dezvoltării transporturilor și al mijloacelor de transport (care elimină gaze toxice rezultate de la motoarele cu ardere internă, consum de oxigen la avioanele cu reacție, reziduurile deversate în mări de vapoare), al intensificării activității de creștere dirijată a plantelor și animalelor, administrarea abuzivă a îngrășămintelor — îndeosebi a celor chimice — și a pesticidelor, prin acumularea dejecțiilor solide și lichide, prin producerea pe cale sintetică sau eliberarea unor produse cancerigene etc.

Poluanții, deși foarte variați și avînd proveniențe diferite, prezintă 4 *moduri de acțiune* principale: fizic, chimic, biologic și radioactiv.

Poluarea fizică se manifestă prin creșterea temperaturii apei (de exemplu: prin deversarea apelor de răcire de la termocentrale în rîuri și lacuri), prin depunerea suspensiilor de la flotațiile miniere în rîurile emisar, a prafului de la fabricile de ciment pe sol și pe plante, etc.

Poluarea chimică se produce ca urmare a acțiunii efluenților gazoși de la diferitele industrii — îndeosebi cele chimice și siderurgice, a gazelor rezultate din procesele de degradare a substanțelor organice, a gazelor toxice de la motoare, a unei game imense de compuși chimici — toxici sau netoxici, biodegradabili sau nebiodegradabili — care sînt deversate în ape, a ionilor unor metale grele, a evacuărilor de acizi, pesticide ș.a., care afectează în cele mai diferite moduri mediul viu și cel neviu.

Poluarea biologică se manifestă prin evacuările de germeni patogeni în apă și aer, a cadavrelor infestate îngropate în sol, prin accelerarea proceselor de eutrofizare a apelor și de eroziune a solului, de accelerare artificială a proceselor de biodegradare anaerobă etc.

Poluarea radioactivă are loc ca urmare a exploziilor nucleare, a unor scăpări de elemente radioactive de la uzinele de îmbogățire și prelucrare a materialelor fisionabile, a uzinelor atomice, de la deșeurile radioactive, precum și de la sursele de radiații aparent mai puțin nocive, cum sînt radiațiile ionizante, razele röntgen.

Poluarea a devenit o problemă de foarte mare importanță, ea constituind o amenințare pentru planeta noastră, a cărei pondere depășește pe cea a armelor nucleare. La nivelul globului poluanții se estimează anual la milioane și chiar miliarde de tone. Măsurile legate de construirea instalațiilor de prevenire, epurare și combatere a poluării și de cercetarea efectelor poluării, afectează în prezent peste 1% din bugetul mondial; se prevede că în viitor va avea loc o creștere vertiginoasă a acestor cheltuieli.

Poluarea aerului este realizată îndeosebi de oxidul de carbon, bioxidul de sulf (fig. 8), de fluor, ozon, oxizi de azot și acizi organici, de clor, acid clorhidric, tetractil de plumb ș.a. Acești compuși atacă căile respiratorii, scad randamentul fotosintezei, infectează și otrăvesc alimentele, se acumulează în organisme avînd efecte cronice. Ca urmare ele dereglează metabolismul biocenozelor, duc la dispariția unor componenți ai acestora, la schimbări în circuitele materiei și energiei în ecosisteme, la dereglări în compoziția și structura atmosferei, la reducerea surselor de energie cosmică radiantă care ajung pe pămînt.

Poluarea apelor este o problemă care a devenit extrem de acută. Sînt țări în care de pe acum se pune problema apei de băut, țări în care unele rîuri sînt transformate în canale care colectează reziduurile orășenești și industriale, în care viața este ca și dispărută. Se consideră că rezervele de apă dulce pot satisface nevoile omenirii numai pînă în anul 2050. Productivitatea apelor a scăzut la 40% comparativ cu situația de la începutul acestui secol. Concomitent se intensifică procesele de eutrofizare și colmatare a bazinelor acvatice naturale. Poluarea apelor se realizează cu toate produsele minerale și organice naturale și sintetice, pe care omenirea le aruncă prin intermediul apelor uzate în rîuri și oceane. Ca urmare, gradul de folosire a apelor se reduce, se ajunge la o adevărată „sete" fiziologică. Apele care conțin impurificatori duc la epidemii, intoxicări, sînt inutilizabile pentru om, plante și animale.

Poluarea solului duce la scoaterea din circuitul economic a unor suprafețe întinse de teren, la degradarea componentei sale vii, la acumularea prafului industrial, a deșeurilor solide, a pesticidelor și îngrășămintelor, care îl alterează, îl modifică funcțional.

Acțiunea poluanților se manifestă la cele mai diferite niveluri în primul rînd asupra indivizilor, afectîndu-le metabolismul, reproducerea și chiar codul genetic, apoi asupra biocenozelor (a inter-relațiilor dintre populațiile diferitelor specii, la apariția unor cenoze noi, modificarea lanțurilor trofice și reducerea productivității ecosistemelor). Ca rezultat al interacțiunii biotop-biocenoză, a dereglărilor produse de poluanți asupra echilibrului ecosistemelor, are loc o creștere a labilității acestora, orientarea evoluției lor în direcții total

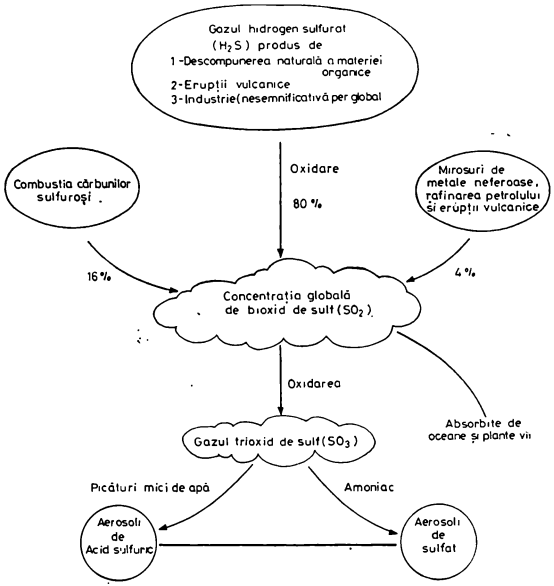


Fig. 8. Circuitul SO_2 în natură

nedorite (evoluția ecosistemelor terestre spre xerofiție *, a celor acvatice spre eutrofie **), reducerea fenomenelor de autoreglare, mergînd pînă la dezorganizarea lor).

Poluarea frînează procesele de fotosinteză în ecosistemele acvatice și terestre; una din implicațiile importante și deloc neglijabile ale acestui fenomen fiind reducerea producției de oxigen a pămîntului.

În prezent conștienți de pericolul pe care îl reprezintă poluarea, oamenii luptă pe căi variate pentru a preveni și contracara efectele sale negative. Se cercetează și elaborează metode și aparate moderne pentru detectarea poluării, se elaborează metode de prevenire și control automat al gradului de poluare existent în apă și aer, se elaborează tehnologii de combatere a

* mediu sărac, lipsit de umiditate (ex. deșertic, semiarid);
** situația în care apele au un exces de masă vegetală, care le alterează calitățile și evoluția.

poluării în care se îmbină procedee fizice, chimice și biologice (ultimele reprezentînd modalități de utilizare dirijată a proceselor biologice și a ecosistemelor în scopul degradării cu mare intensitate a poluanților de cele mai diferite origini). Se elaborează tehnologii noi, în care se tinde spre reducerea poluanților (se vorbește de industrii nepoluante), se acordă o mai mare atenție luptei biologice împotriva dăunătorilor, ocrotirii naturii, protejării ecosistemelor naturale și dirijării celor modificate de om în scopul menținerii lor sub controlul legilor naturii; se intensifică măsurile legate de crearea unei legități care să protejeze natura.

3.8. RADIOACTIVITATEA ȘI IMPLICAȚIILE EI ASUPRA ORGANISMELOR VII

Alături de radioactivitatea naturală, în ultimele trei decenii a început să se facă simțită și radioactivitatea artificială care a luat naștere în urma folosirii energiei nucleare de către om. Radioactivitatea naturală este constituită atît din radiațiile emise de soare precum și de galaxii, cît și din radiațiile unor elemente radioactive naturale — produșii rezultați din dezintegrarea uraniului, thoriului și actiniului — și în cantitate mai mică de la ^{40}K, ^{14}C și ^{3}H, toate existente în scoarța pămîntului și în atmosferă. Radioactivitatea artificială provine din experiențele cu arme nucleare, folosirea energiei nucleare în industrie (extracția și prelucrarea minereurilor uranifere, reactori nucleari, uzine de retratare a combustibilului nuclear uzat) cît și din utilizarea izotopilor radioactivi în alte domenii ale industriei, în agricultură, medicină, cercetare științifică etc.

Principalul dispozitiv creat de către om pentru eliberarea energiei nucleare și folosirea ei în practică îl constituie reactorul nuclear unde reacția de fisiune în lanț (ruperea nucleului unui element greu în două fragmente mai ușoare prin captura unui neutron sau spontan, cu degajare de energie) are loc în mod controlat cu menținerea la un nivel corespunzător al degajării de energie care poate fi transformată în alte tipuri de energie. Pe de altă parte, în bomba atomică, reacția de fisiune nu mai este controlată ci odată amorsată nu mai poate fi oprită, conducînd la o degajare rapidă a energiei cu caracter de explozie.

În procesul de fisiune a uraniului sau plutoniului (principalele elemente care stau la baza utilizării energiei nucleare pentru obținerea de energie electrică), într-un regim de fisiune în lanț, apar peste 250 izotopi radioactivi care constituie o puternică sursă radioactivă.

Exploziile bombelor atomice — principale surse de poluare radioactivă a mediului — au eliberat în natură o gamă largă de produși de fisiune și activare, care, transportați în straturile înalte ale atmosferei au revenit treptat (în decurs de mai mulți ani) în ape sau pe sol.

Alte surse de poluare radioactivă — este adevărat în cantități mult mai mici— sînt considerate reactoarele nucleare și în special cele de la centralele nuclearo-electrice care elimină o serie de deșeuri radioactive gazoase sau lichide. Trebuie să amintim că deșeurile cu radioactivitate excesiv de mare sînt stocate în containere construite special care se amplasează în locuri ferite de accesul persoanelor și la adăpost de orice posibilitate de răspîndire a conținutului lor în cazul unor catastrofe naturale. În apele de suprafață mai ajung

şi o serie de izotopi radioactivi folosiţi în agricultură, medicină, cercetare ştiinţifică, deocamdată cu mult sub concentraţiile maxime admise.

Se cunoaşte cu certitudine că radiaţiile ionizante (cosmice sau terestre) au acţionat asupra primelor forme de viaţă de pe Terra acţionînd şi azi asupra vieţii fără să dăuneze evoluţiei. Aceste fapte dovedesc că radiaţiile, între anumite limite nu sînt ofensive pentru organismele vii; din contra, se pare că activitatea biologică normală nu ar putea avea loc în absenţa acestui fond natural de radiaţii. Dar fondul de radiaţii a crescut, mai ales în ultimele trei decenii, devenind astfel un factor abiotic de luat în consideraţie.

Deşi în ţara noastră eliminările deşeurilor radioactive se fac respectînd măsurile de protecţie foarte severe, utilizarea energiei nucleare de către alte ţări (teste cu arme nucleare cît şi obţinerea de energie electrică de la centrale nuclearo-electrice) a început să fie pusă în evidenţă şi pe teritoriul României.

Printre cei mai periculoşi izotopi radioactivi deversaţi în mediu se numără: ^{90}Sr ($T^1/_2 f = 28,1$ ani, metabolism identic cu al calciului), ^{137}Cs ($T^1/_2 f = 30$ ani şi comportare asemănătoare cu potasiul) şi ^{131}I ($T^1/_2 f = 8$ zile) care prezintă un organotropism pentru tiroidă.

Asemănarea (^{90}Sr şi ^{89}Sr cu Ca, ^{137}Cs cu K) sau identitatea (^{59}Fe cu Fe stabil, ^{3}H cu H) unor radioelemente cu unele elemente stabile — constituenţi principali ai materiei vii — fac ca acestea să pătrundă cu uşurinţă în organismele vii, să fie concentrate la nivelul diferitelor organe unde devin surse de radiaţii nucleare (α, β, γ, neutroni etc.) cu efecte nocive asupra ţesuturilor organismelor. Radiaţiile produc ionizări şi formarea de radicali liberi — fenomene ce duc la perturbări reversibile sau ireversibile în structura celulei.

Evacuaţi în apele de suprafaţă, izotopii radioactivi sînt supuşi proceselor de diluare, dispersare, sedimentare şi transformare — procese care sînt influenţate în special de: mişcarea apei, modul de dispersare a materiilor solvite sau în suspensie, complexitatea sistemelor ecologice etc.

O parte din izotopii radioactivi scăpaţi în aer, apă sau sol este reţinută de către plante, producîndu-se astfel primul fenomen de concentrare în organismele vii. Plantele inferioare (alge) cît şi cele superioare care constituie hrana organismelor animale fitofage (consumatori de gradul I) — nevertebrate, peşti, păsări, mamifere — cedează acestora o parte din radioactivitate realizîndu-se o a doua concentrare a izotopilor. Următoarea concentrare se face în organismele animale carnivore (consumatori de gradul II, III etc.) şi în cele din urmă în om, unde se produce ultima concentrare. Este de menţionat că toate organismele animale, implicit şi omul, pot prelua o cantitate mare de elemente radioactive şi direct din apă (fig. 9). Omul „aruncă" în natură cantităţi de izotopi radioactivi, în aparenţă neglijabile, dar primeşte radioactivitatea înapoi împachetată (O d u m, 1971).

Aprecierea gradului de poluare radioactivă a apelor apare evidentă nu numai prin determinarea radioactivităţii apei şi hidrobionţilor ci şi prin calcularea factorului de concentrare care reprezintă raportul dintre activitatea unui izotop radioactiv dintr-o unitate gravimetrică de biomasă şi activitatea specifică a apei. În general factorii de concentrare ai hidrobionţilor sînt mult mai mari în sistemele oligotrofe decît în cele eutrofe, din aceleaşi considerente sînt mai mari la organismele de apă dulce faţă de organismele marine.

În prezent, izotopii radioactivi rezultaţi în procesul de fisiune a uraniului sau plutoniului sînt greu decelabili pe teritoriul R.S.R. Prezenţa lor a fost însă pusă în evidenţă în special în apa şi hidrobionţii din Dunăre (C h i o s i l ă, F u r n i c ă etc.). Acest fapt se datorează în special centralelor nuclearo-

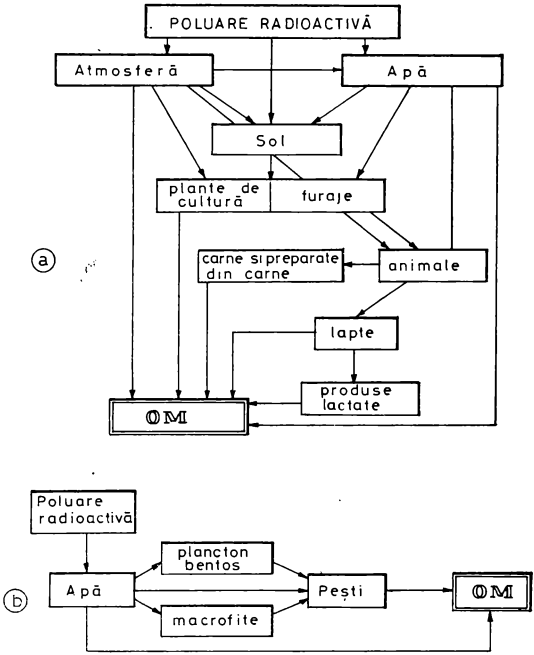


Fig. 9. Efectele poluării radioactive

electrice existente în alte țări riverane Dunării. Printre izotopii radioactivi deja puși în evidență amintim: ^{58}Co, ^{60}Co, ^{89}Sr, ^{90}Sr, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{103}Rn, ^{124}Sb, ^{125}Sb, ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{141}Ce, ^{144}Ce cu activități între 0,02 și 0,68 pCi/l *, cît și ^{3}H cu activități între 320 și 900 pCi/l (valorile mari se datorează și căderilor radioactive — fallout — în urma testelor cu arme nucleare). O serie de organisme din plancton, vegetația acvatică cît și peștii realizează în mod constant factori de concentrare de ordinul miilor pentru o serie de izotopi radioactivi ca: ^{3}H, ^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{65}Zn, ^{137}Co, ^{90}Sr etc.

* $pCi\mu = 10^{-12}Ci$; $1\ Ci = 3{,}7 \cdot 10^{10}$ desintegrări/secundă.

Implicațiile poluării radioactive asupra organismelor vii sau ecosistemelor sînt încă puțin cunoscute. Nivelul scăzut de contaminare radioactivă a solului sau apelor de suprafață nu afectează prea mulți componenți ai ecosistemelor. Totuși unele contaminări acute cu activități mari (în cazul accidentelor nucleare urmate de deversări masive de izotopi radioactivi) induc doze de iradiere mari care afectează în general o singură generație unde dominantele se caracterizează prin sterilitate sau chiar mutații letale. Contaminările cronice (deversări repetate de izotopi radioactivi) duc la apariția unor efecte genetice, ca urmare a concentrărilor îndelungate de izotopi, ce se manifestă de-a lungul mai multor generații prin malformații, inducere de leucemii și cancere.

Noxa radioactivă, față de alte noxe (chimice, biologice) este mai periculoasă prin menținerea proprietății sale de a emite radiații, indiferent de locul unde se află, sau transformări chimice. În timp ce noxele chimice și chiar cele biologice pot fi anihilate prin procedee fizico-chimice sau biologice, noxa radioactivă nu poate fi redusă prin aceste procedee, ci persistă în natură pînă ce nucleii elementelor chimice respective nu mai emit radiații și devin stabili, fenomen care totuși în cazul unora dintre produșii de fisiune atinge sute de ani (^{137}Cs și ^{90}Sr).

Deși eliminarea deșeurilor radioactive cu activități mici se face respectînd măsuri de protecție severe, izotopii radioactivi odată deversați scapă de sub supravegherea și controlul omului, ceea ce face necesară reducerea pe cît este posibil a deșeurilor radioactive în mediu.

4. ORIGINEA FAUNEI ŞI FLOREI ROMÂNIEI

Lumea animală şi vegetală a ţării noastre, aşa cum se prezintă în momentul de faţă, este rezultatul unei lungi evoluţii, strîns legată de modificările configuraţiei uscatului şi mării, ale reliefului, ale condiţiilor de viaţă (în primul rînd ale climatului) precum şi de pătrunderea de noi specii din zonele vecine, de migrarea sau dispariţia speciilor mai vechi şi de evoluţia (transformarea) pe loc a altor specii. La începutul erei terţiare, Europa avea un climat aproape ecuatorial şi era populată de o vegetaţie, floră şi faună, de tip ecuatorial, asemănătoare şi înrudite, dar nu identice cu cele care trăiesc azi în pădurile ecuatoriale ale Africei şi Asiei (dar nu şi cu cele din America de Sud şi Australia). În tot cursul erei terţiare climatul s-a răcit treptat, ceea ce a adus după sine o deplasare spre sud a zonelor climatice, şi a majorităţii speciilor vegetale şi animale, dar unele dintre acestea au rămas pe loc, suferind o serie de modificări. Retragerea spre sud a vechilor flore şi faune a fost însoţită de pătrunderea altor flore şi faune, dinspre nord. Răcirea maximă a avut loc în epoca cuaternară (perioada glaciară), cînd teritoriul României se prezenta în cea mai mare parte ca o tundră nordică şi era populat de specii identice sau foarte îndeaproape înrudite cu cele care astăzi se întîlnesc în nordul Europei şi Siberiei sau în golul alpin. În cursul epocei cuaternare au alternat în Europa Centrală şi Estică patru perioade glaciare principale, despărţite de trei perioade interglaciare. În timpul glaciaţiilor coborau la noi flora şi fauna de tundră, în interglaciare acestea se retrăgeau spre nord şi în locul lor veneau dinspre sud specii de climă temperată; în anumite perioade interglaciare climatul era mai cald sau mai uscat decît în zilele noastre iar lumea animală şi vegetală nu era cea de astăzi ci mai degrabă cea care populează zona circum-mediteraniană sau stepele uscate din sudul Ucrainei, sau ţărmurile mărilor Caspică şi Aral. Fenomenul a fost complex; nu toate speciile s-au retras spre nord sau spre sud, nu toate au supravieţuit iar unele din ele s-au transformat.

Această evoluţie complicată a condiţiilor de viaţă, a zonelor climatice şi a lumii vieţuitoarelor a decurs în mod diferit, după cum este vorba de fauna subterană a peşterilor, de fauna şi flora terestră, de cele de apă dulce şi de cele ale Mării Negre.

Cel mai puţin a fost afectată de schimbările climatice fauna peşterilor, datorită faptului că în mediul subteran temperatura este mai constantă, mai puţin afectată de fluctuaţiile de la exterior, iar speciile subterane nu-şi părăsesc habitatul, nu pot ieşi în afară peşterilor şi să se deplasezе spre sud sau spre nord. Unele din speciile cavernicole ce trăiau la noi în era terţiară

au pierit în perioadele glaciare, dar în nici un caz ele nu s-au deplasat ușor spre nord sau sud. Fauna cavernicolă a României are aproape în întregime o origine și vechime preglaciară.

În privința acestei faune, se pot da o serie de amănunte. Deși peșteri există în toate zonele calcaroase ale României, adevărata faună cavernicolă nu trăiește decît în munții Banatului, Carpații Meridionali la apus de Olt, Munții Apuseni și Dobrogea.

Strămoșii actualei faune cavernicole a României au pătruns la noi dinspre sud, începînd din perioada oligocenă a crei terțiare. Aceștí strămoși erau specii endogee, trăiau în sol, dar încă nu erau adevărați locuitori ai peșterilor. Trecerea lor la viața cavernicolă a avut loc în perioada pliocenă a crei terțiare și mai ales în cea pleistocenă (cuaternară). Existența unor largi văi: cea a Dunării, a Jiului, Mureșului, Oltului și culoarul Cerna-Timiș a izolat diverse faune endogee, devenite ulterior cavernicole, dar toate aceste faune provin din strămoși veniți dinspre sud, din Egeida.

Carpații Răsăriteni sînt lipsiți de o adevărată faună cavernicolă; singurele animale care se întîlnesc în peșterile din acești munți sînt specii de suprafață, care numai ocazional pătrund în peșteri, de exemplu liliecii. În solul pădurilor din Carpații Răsăriteni trăiesc o serie de insecte și alte nevertebrate, care, spre deosebire de cele din Carpații Meridionali și cei Apuseni, nu provin din sud, din Peninsula Balcanică, ci din nord-vest, din masivul muntos al Boemiei și au la noi o vechime preglaciară.

Speciile vegetale și animale care alcătuiesc biocenozele terestre de suprafață sînt, spre deosebire de cele subterane, pătrunse la noi în postglaciar. Multe dintre aceste specii, sau strămoșii lor direcți, au trăit desigur pe meleagurile noastre în era terțiară, dar în perioadele reci ele s-au retras spre sud, în refugiile glaciare și au revenit la noi abia după încetarea glaciațiunii și reîncălzirea climei. Popularea postglaciară a țării s-a făcut din refugiile glaciare de la sud.

Dar nu toate speciile din flora și fauna noastră sînt emigrate în postglaciar. Cîteva sînt supraviețuitoare din perioadele preglaciare și au supraviețuit la noi în zone restrînse, adăpostite și în perioadele glaciare atît de nefavorabile. O dovadă în acest sens este faptul că nici una dintre aceste specii nu trăiesc la sud de Dunăre și nici nu au rude apropiate acolo, deci nu au putut emigra în postglaciar dinspre sud. Rudele cele mai apropiate ale acestor specii trăiesc în Asia răsăriteană și centrală.

Botaniștii sînt în mod unanim de acord că două dintre plantele terestre din flora noastră au o vechime preglaciară. Prima este liliacul Munților Apuseni, *Syringa josikaea*, endemic în acești munți, care nu este decît de departe înrudit cu liliacul mediteranian iar rudele sale mai apropiate trăiesc în Afganistan și Himalaia. A doua specie este crucea-voinicului, *Hepatica transsilvanica* specie endemică în Carpații Răsăriteni și Meridionali, din județele Mureș și Neamț pînă în Hunedoara; ruda sa cea mai apropiată trăiește în China. Numeroase alte specii de plante sînt cunoscute numai în România, dar după datele de care dispunem, multe din ele s-au format abea în postglaciar, altele provin din Balcani (unde ulterior au dispărut) iar altele probabil nu sînt endemice și se vor găsi și la sud de țara noastră.

Dintre vertebratele terestre de la noi, vechime preglaciară are probabil tritonul carpatic, *Triturus montandoni*, endemic în Carpații Răsăriteni și de curbură precum și în Sudeți care nu are rude apropiate nici în Balcani, nici în Caucaz, el nu poate fi deci un imigrant postglaciar. S-ar putea admite

că specia s-a format în Carpați în perioade glaciare, dar din strămoși care au supraviețuit pe loc din preglaciar. De asemenea, un gen de moluște terestre, *Alopia*, care conține în total 17 specii, este endemic în zona centrală a Românici, între Rarău și Munții Buzăului, Bucegi, Petroșani, Munții Apuseni. Această răspîndire limitată a genului dovedește că este vorba tot de un grup de specii cu o vechime terțiară la noi, nu de imigranți postglaciari.

Există încă numeroase specii de nevertebrate terestre epigee endemice în zone limitate ale Românici (de exemplu cîteva specii de lăcuste cunoscute pînă în prezent numai în masivul Cozia); dar nu este exclus ca ele să se găsească și la sud, în Balcani, sau să fi supraviețuit în cursul glaciarului în Balcani de unde și-au mutat arealul în postglaciar la noi. Unele din ele ar putea avea o vechime preglaciară la noi; dar problema nu este terminată și nu putem să le considerăm relicte terțiare. În stadiul actual al cunoștințelor este mai prudent să le considerăm imigranți.

Față de puținele specii care au rămas pe meleagurile noastre dinainte de glaciațiuni și care au supraviețuit în cursul acestora, imensa majoritate a speciilor de plante și animale care populează munții, pădurile și stepele țării noastre au pătruns în postglaciar din diversele refugii glaciare ale faunei și florei, refugii situate în cea mai mare parte la sud și sud-est de România.

Cea mai mare parte a țării noastre, și în general a Europei Centrale face parte din zona pădurilor de foioase: stejar și fag. Datele paleontologice destul de complete de care dispunem arată că în perioadele glaciare, pădurile de foioase se întindeau în jurul Mediteranei, în Peninsula Iberică, Italia, sudul și vestul Balcanilor, nordul Africii și partial Asia Mică, zone în care clima era mai rece și mai umedă decît în zilele noastre. Odată cu încălzirea climei, vegetația, flora și fauna circum-mediteraneene s-au extins treptat spre nord, ocupînd cea mai mare parte a Europei, afară de munți și de stepele aride din sud-est. Totodată temperatura a crescut iar umezeala s-a redus în jurul Mediteranei, iar fauna și flora care populau această zonă în timpul glaciațiunii au început să dispară sau să se retragă spre nord. Dar această faună și floră supraviețuiesc și azi în zonele umede și reci din munții Spaniei, Italiei, Africei de Nord etc. Primii naturaliști care au cercetat munții din Africa de Nord au fost foarte surprinși să întîlnească acolo specii central europene, cum este ursul, cerbul, o serie de stejari etc. Pentru naturaliștii din zilele noastre, care cunosc evoluția climatului și biocenozelor, fenomenul apare cît se poate de normal; aceste specii central europene sînt, sub aspect al originei din perioadele glaciară și postglaciară, specii mediteraneene.

Rămîne ca un fapt bine precizat că majoritatea speciilor din pădurile noastre de foioase provin din *refugiul mediteranean* al faunei și florei. Ele sînt sub aspect al originei, *elemente mediteraneene*; sub aspect al răspîndirii actuale, ele sînt elemente *central-europene*.

Numărul elementelor mediteraneene sau central europene, este foarte mare. Amintim de exemplu, stejarul *(Quercus robur)*, ulmul *(Ulmus montana)*, scorușul *(Sorbus terminalis)*, jugastrul *(Acer campestre)* dintre copaci, rodul pămîntului *(Arum maculatum)* și mătrăguna *(Atropa belladona)* dintre plantele ierboase, cerbul *(Cervus elaphus)*, pisica sălbatică *(Felis sylvestris)*, salamandra *(Salamandra salamandra)*, unele specii de ciocănitoare.

În cadrul marelui refugiu mediteranean, al florei și faunei de păduri de foioase, se disting mai multe subrefugii: atlanto-mediteranean (Peninsula Iberică și sudul Franței), adriato-mediteranean (Italia), ponto-mediteranean (Peninsula Balcanică și vestul Asiei Mici). Dacă o serie de specii au trăit în

cursul perioadei glaciare, pe întreaga suprafață a refugiului mediteranean de unde s-au extins în cursul postglacialului spre nord pe un front larg, alte specii au avut arealul restrîns la un singur subrefugiu (sau un fragment de subrefugiu) actuala lor răspîndire permițînd să recunoaștem care a fost acest subrefugiu. Este normal ca în România să se întîlnească îndeosebi specii provenite din subrefugiul ponto-mediteranean. Se pot recunoaște subdiviziuni chiar în cadrul acestui subrefugiu. Astfel, botaniștii deosebesc specii ilirice (vest balcanice), care la noi se întîlnesc îndeosebi în Banat și vestul Olteniei, specii mocsice, care populează îndeosebi Muntenia, specii euxinice, concentrate pe litoralul vestic al Mării Negre etc. Este foarte probabil ca în urma unei analize amănunțite a răspîndirii geografice a speciilor de animale să se poată recunoaște aceleași categorii și printre ele. Se știe, de exemplu, că o serie de specii de melci terestri trăiesc la noi numai în Banat, ei sau rudele lor apropiate întîlnindu-se și în Iugoslavia. Este evident că aceste specii fac parte din categoria celor ilirice, acestea fiind o subdiviziune a grupului speciilor ponto-mediterancene.

Un alt refugiu important care a contribuit mult la populareа postglaciară a țării noastre, a fost cel caucazian, corespunzînd Transcaucaziei și estului Asiei Mici. Din acest refugiu provin tot specii de pădure, dar de păduri mai uscate și mai calde decît cele central europene, anume pădurile mezoxerofile din Dobrogea și parțial din Oltenia și Banat. Speciile respective au ajuns la noi parte din Crimeea peste sudul Ucrainei (într-o perioadă a postglaciarului mai caldă și mult mai umedă decît în prezent), parte prin Asia Mică și estul Bulgariei.

Plante caucaziene în flora României sînt: o specie de tei *(Tilia rubra)* și alte plante ca *Saxifraga rotundifolia, Chrysanthemum macrophyllum, Telekia speciosa*; animale caucaziene: șarpele *Coluber jugularis*, șopîrlele *Lacerta trilineata, L. praticola, Ablepharus kitaibelii*, numeroase moluște (unele dintre ele cantonate la noi îndeosebi în Banat), unele insecte etc.

Refugiul sirian corespunde munților din Liban, Siria, Irak și vestul Iranului; din acest refugiu au provenit o serie de plante ca de exemplu roșcovul *(Ceratonia siliqua)*, platanul *(Platanus orientalis)*, cedrul de Liban *(Cedrus libani)*, vișinul turcesc *(Prunus mahaleb)*, cîteva specii de stejar. Animale provenite din acest refugiu sînt: broasca de pămînt verde *(Pelobates syriacus)* și un șarpe foarte rar, *Eryx jaculus*.

Cele trei refugii amintite, pînă acum, au contribuit la populareа pădurilor de foioase a zonelor care corespund climatului în aceste păduri. Flora și fauna pădurilor de conifere, mai reci și mai umede decît cele de foioase, provin din refugiul manciurian, situat în nordul Asiei estice (sud-estul părții siberiene a URSS și nordul R. P. Chineze) și îndeosebi din subcentrul usuric al acestui refugiu. Speciile de conifere provenite din refugiu s-au răspîndit în postglaciar peste Siberia pînă în Europa unde au populat pe de o parte nordul mai rece al continentului, pe de altă parte zona muntoasă de altitudini mijlocii. Speciile respective au o largă răspîndire, din nordul Asiei estice peste întreaga Siberie pînă în Europa. Ele sînt cunoscute în mod obișnuit sub numele de specii (sau elemente) eurosiberiene; termenul nu este prea exact, căci și unele specii de proveniență mediteraneană s-au răspîndit din Europa pînă în Siberia, mai ales în părțile sale sudice avînd deci tot o răspîndire euro-siberiană. Termenul de elemente usurice este cel mai potrivit, indicînd în mod clar originea speciilor respective.

Specii de copaci de origine usurică sînt în primul rînd majoritatea coniferelor: specii de brad, de molid, de zadă, de pin din grupul *sylvestris* etc, dintre care în Europa trăiesc numai cîteva, una-două specii, iar în nordul Asiei estice și în Siberia mult mai multe.

Dar origine usurică au și cîțiva copaci cu frunze căzătoare, de exemplu mesteacănul pufos, plopul tremurător etc. Printre animalele de aceeași origină se numără o serie de mamifere de mare interes vînătoresc, cum sînt: ursul, rîsul, jderul, unele păsări cum sînt mătăsarul și ciocănitoarea cu trei degete.

Din cele patru refugii despre care s-a discutat pînă acum provin cele mai multe specii animale și vegetale care populează pădurile sau zonele de pajiști mai mult sau mai puțin umede ale țării noastre. Dar în România, ca și în multe alte țări ale Europei, există și zone extinse de stepe, caracterizate printr-o umiditate redusă și în care vegetația constă mai ales din specii de ierburi. Istoria lumii vegetale și animale a stepelor de climă temperată din Eurasia a fost diferită de cea a zonelor împădurite. Refugiile glaciare, în care au persistat și au evoluat în cursul glaciațiilor vegetația și speciile animale de stepă au fost situate în majoritate în Asia Centrală și parțial în Europa Estică. Se recunosc patru asemenea refugii, situate între Marea Caspică și nordul Chinei, cel mai vestic dintre ele fiind refugiul aralo-caspic sau turanoeremic, situat între litoralul estic al Mării Caspice, lacul Isîk-kul și cursul mijlociu al fluviilor Sir-Daria și Amu-Daria. Din acest refugiu provin o serie de graminee din genurile *Agropyron*, *Stipa*, *Festuca*, numeroase plante ierboase din alte familii, iar dintre animale: orbetele, hîrciogul, popîndăul, șoarecele de cîmp, șoarecele cu gît galben, dropia precum și unele mamifere de talie mare, odinioară foarte răspîndite dar astăzi devenite mult mai rare sau chiar dispărute: antilopa Saiga, calul sălbatic est-european sau tarpanul ș.a. Din acest important refugiu s-au populat stepele din sudul Ucrainei și R. S. Moldovenești, sudul Moldovei, Bărăganul, parțial Dobrogea precum și zonele stepice ale Ungariei și cîmpiei Crișurilor și Banatului. Între păsări există și specii provenite din refugii situate mai la est; de exemplu ciocîrlia, ciocîrlanul și potîrnichea de stepă provin din refugiul mongol.

Plantele și animalele terestre citate pînă în prezent au populat țara noastră după încălzirea climatului, la încetarea climatului glaciar, doar o mică parte sînt rămase pe loc din preglaciar. Toate sînt de climă temperată, iar perioadele glaciare le-au fost nefavorabile. În schimb acele perioade au fost favorabile speciilor de climat rece proprii tundrei arctice sau zonei alpine a munților înalți. Asemenea specii originare din tundrele nordice și-au extins arealul spre sud în perioadele glaciare cînd ele se întîlneau în cantități mari în regiunile noastre iar odată cu încălzirea postglaciară s-au retras pe de o parte spre nord, pe de altă parte în zona alpină a masivelor muntoase. Arealul lor este astăzi discontinuu, prezentînd o disjuncție arcto-alpină. Așa sînt o serie de plante: argentica *(Dryas octopetala)*, iarba surzilor *(Saxifraga aizoon)*, iarba roșioară *(Silene acaulis)* ș.a. iar dintre animale mierla gulerată *(Turdus torguatus)*, o serie de fluturi din genul *Erebia* etc. Prin faptul că aceste specii au pătruns la noi în perioada glaciară, cînd au avut o largă răspîndire, iar odată cu încălzirea postglaciară s-au retras pe cîteva vîrfuri izolate de munți, ele sînt numite *relicte glaciare*. Cîteva relicte glaciare, dintre plantele de mlaștină și unele nevertebrate mărunte, supraviețuiesc nu în zona alpină, ci în mlaștinile de turbă.

Dar nu toate speciile proprii zonei alpine a munților trăiesc și în tundra nordică. Destul de multe se întîlnesc numai în munții Europei. Așa sînt o serie de plante mărunte — pansеluța de munte *(Viola alpina)*, garofița pitică *(Dianthus gelidus)*, ochii-șoricelului *(Primula minima)* unele saxifrage etc. iar dintre animale în primul rînd capra neagră *(Rupicapra rupicapra)*. Aceste specii s-au format în cursul terțiarului, evoluînd în mod lent, majoritatea din strămoși care trăiau la șes; evoluția și adaptarea lor au decurs paralel cu înălțarea munților. Inițial fiecare din aceste specii au trăit probabil pe cîte un singur lanț sau masiv muntos. În cursul perioadelor glaciare aceste specii au coborît la cîmpie, extinzîndu-și arealul, iar odată cu încălzirea postglaciară s-au retras din nou la munte, dar în mai multe lanțuri muntoase. Rezultatul a fost că speciile respective, formate inițial în cîte un singur lanț muntos al Europei, populează în prezent majoritatea munților Europei: Alpii, Carpații, Balcanii, Pirineii, în unele cazuri Caucazul etc., dar nu și zonele de tundră din nordul continentului. Aceste specii au un areal discontinuu, fără să prezinte însă disjuncția arcto-alpină.

Istoria faunei și florei acvatice a fost diferită de cea a celor terestre. Pe de o parte mediul acvatic este mai puțin influențat de oscilațiile climatice; răcirea glaciară nu a decimat fauna acvatică în aceeași măsură ca pe cea terestră. În al doilea rînd majoritatea organismelor de apă (cele strict legate de mediul acvatic) nu se pot deplasa dintr-un bazin fluvial într-altul, decît în cazurile de captări fluviale, care nu sînt atît de frecvente. Din aceste motive, fauna (și flora) acvatică nu s-au putut deplasa spre nord și sud cu aceeași ușurință ca cele terestre. Bazinul Dunării inferioare, care cuprinde și țara noastră a fost principalul refugiu glaciar al faunei terțiare de apă dulce a Europei Centrale, așa cum ținuturile circummediteraneene au fost principalul refugiu al faunei și florei terestre de pădure. Majoritatea animalelor de apă dulce din România au o vechime preglaciară în țara noastră. Dovadă în acest sens este faptul că multe dintre ele nu trăiesc mai la sud de bazinul Dunării, iar pentru altele există indicațiuni serioase că ele sînt originare din bazinul Dunării și abia în postglaciar și-au extins arealul spre sud. Cîteva dintre nevertebratele de apă dulce din bazinul Dunării care lipsesc la sud, sînt înrudite cu specii din regiuni mai îndepărtate (Asia de est, America de Nord etc.) ceea ce este o dovadă a unei mari vechimi.

Un însemnat contingent de pești, moluște și crustacee din apele noastre dulci, îndeosebi din Dunăre, bălțile ei și lacurile litorale, provin din strămoși marini originari din mările puternic îndulcite care acopereau în a doua jumătate a erei terțiare o bună parte a țării noastre și a țărilor vecine, întinzîndu-se spre est pînă la Marea Caspică: vechea Mare Sarmatică, Marea Ponțiană etc. Arealul acestor specii cuprinde în general Marea Caspică și părțile îndulcite ale Mării Negre precum și bazinul lor. Multe dintre ele se întîlnesc numai în deltă și lacurile litorale, altele ajung destul de departe în interiorul țării. Unele din ele au rămas probabil în apele dulci direct din mările terțiare; altele au urcat mai recent pe Dunăre în sus.

Fauna apelor noastre dulci, atît cea de origină veche dulcicolă, cît și cea de origine marină (ponto-caspică) are, în cea mai mare parte, o vechime preglaciară. Numărul imigranților glaciari (actualmente relicte glaciare) este mic el constă din cîteva specii de ape reci, cea mai bine cunoscută fiind lostrița *(Hucho hucho)*. Imigranți postglaciari aproape nu se cunosc în apele dulci. Foarte recent însă au fost introduse de către om, voluntar sau involuntar, o serie de pești și nevertebrate acvatice care au modificat profund echilibrul biologic.

5. ECOSISTEME NATURALE

În cadrul biosferei, ecosistemele naturale se deosebesc între ele prin caractere variate. În funcție de însușiri se pot grupa în ecosisteme acvatice, ecosisteme terestre și ecosisteme subterane.

5.1. ECOSISTEME ACVATICE

Ecosistemele acvatice sînt unități ecologice cu o fizionomie bine conturată. Caracterele lor fac posibilă diferențierea. Se poate vorbi de ecosistemul lacului, al bălții, al mlaștinii, de ecosistemul apelor curgătoare (pîrîu, rîu, fluviu), de ecosistemul Mării Negre.

Indiferent de tipul și dimensiunea lor, ecosistemele acvatice cuprind doi mari biotopi sau domenii de viață: masa de apă sau *pelagialul* și substratul sau bentalul.

Avînd în vedere că unele lacuri au caractere aparte (sînt ape termale sau sărate) considerăm necesar a le trata în subcapitolul apelor cu caractere speciale.

5.1.1. LACUL

Lacul este volumul de apă relativ stagnant, cantonat într-o depresiune de pe suprafața uscatului, fără a avea legătură cu Oceanul Planetar *. El are o fizionomie bine conturată și reprezintă „asocierea a două componente ale mediului geografic — *depresiunea* lacustră ca formă de relief și *apa* ca element climatic" (P. Gîștescu, 1971). Aceste două componente formează un tot unitar și constituie suportul material al vieții, prezentă aici prin numeroase populații de plante și animale grupate în biocenoze specifice. Structura morfofiziografică și hidrobiologică a lacurilor este determinată de geneză, substrat geologic, suprafață, adîncime, altitudine, de însușirile fizice și chimice ale apei și ale mediului înconjurător.

5.1.1.1. GENEZA LACURILOR

Cuveta lacurilor își are originea în procesele de transformare endogenă și exogenă a scoarței pămîntului.

* P. Gîștescu, Lacurile din România. Ed. Acad. RSR. București, 1971, pag. 30.

Mișcările tectonice soldate prin cutremure de pămînt sînt cauza existenței multor lacuri pe planeta noastră. Depresiunile formate în scoarța terestră s-au umplut cu apă, rezultînd în acest fel lacuri de origine tectonică. Așa sînt Ciad, Tanganyca, Kiwu, Baikal etc. În România Lacul Roșu, considerat lac de baraj natural, s-a format în urma cutremurului de pămînt din 1837 prin blocarea cursului superior al rîului Bicaz de către materialul rezultat din surparea unei părți a masivului Ucigașu. Tot de origină endogenă sînt și lacurile vulcanice care s-au format prin acumularea apei în craterele vulcanilor stinși. Așa a luat naștere Lacul Sf. Ana de lîngă Tușnad.

Multe lacuri s-au format sub acțiunea factorilor externi. Unele lacuri au rezultat din acțiunea apelor curgătoare și sînt situate în lungul văilor sau pe terasele lor, altele au rezultat din acțiunea apelor marine, din acțiunea combinată a apelor curgătoare și marine, din acțiunea ghețarilor, din acțiunea de dizolvare a apei, din acțiunea de tasare și subfuziune mecanică a substratului.

Lacurile de origină fluviatilă s-au format ca rezultat al acțiunii apelor curgătoare. În acest cadru există lacuri de luncă și limane fluviatile.

a. *Lacurile de luncă* se găsesc amplasate de regulă în zona marginală și inundabilă a luncilor. În țara noastră asemenea lacuri sînt numeroase; dintre ele menționăm lacurile Crapina, Rotund, Pietrele, Somova, Parcheș, Murighiol din lunca Dunării; lacul Brateș (2000 ha) din lunca rîului Prut; lacurile Măscineni și Tălăbasca din lunca rîului Siret; lacurile Tătarului și Gruia din lunca rîului Dîmbovița; lacurile Potcoava, Mitreni, Herăști, Gruiu din lunca rîului Argeș, lacul Comana (700 ha) din lunca rîului Neajlov etc.

b. *Limanele fluviatile* formează lacuri pe cursul inferior al unor afluenți mici în zona lor de confluență cu rîurile principale. Asemenea lacuri sînt: Snagov, Căldărușani, Fundata, Amara, Strachina pe rîul Ialomița; Costei, Jirlău, Ciineni, Balta Albă, Ciulnița pe rîul Buzău; Mălina, Cătușa, Lozova pe rîul Siret etc. Lacuri de acest tip se mai întîlnesc și în lungul Dunării.

c. *Lacurile de curs părăsit sau de meandru.* Se află amplasate în luncile rîurilor sau pe terase mai joase. Cuveta este reprezentată de fostul curs al apei. Aceste lacuri au adîncimi destul de mari, de 4—11 m. Lacurile de meandru din lunca Dunării sînt Japșa Plopilor, Dunărea Veche, Bentul Lătenilor, Bentul Stînii etc. În lunca Călmățuiului și în lunca Ialomiței există mai multe lacuri formate în acest fel. Tot în această categorie intră lacul Amara aflat pe terasa inferioară a rîului Ialomița și Lacul Sărat-Brăila situat pe terasa I a fluviului Dunărea. Ambele unități acvatice sînt considerate de P. Gîștescu ca lacuri de tasare pe un curs părăsit (I. Pișota și I. Buta, 1975, consideră lacul Amara liman fluviatil).

Lacuri rezultate din acțiunea apelor marine (lagune și limane marine). *Lagunele* sînt lacuri formate prin bararea cu cordoane litorale nisipoase (numite perisipuri) a golfurilor puțin adînci. Așa s-a întîmplat cu vechiul golf Halimyris al Mării Negre din care a luat naștere complexul lacustru Razelm-Sinoe (compus astăzi din lacurile Razelm, Golovița, Zmeica și Sinoe).

Limanele s-au format tot prin bararea cu perisipuri, dar a gurilor de vărsare a rîurilor direct în mare. Materialul aluvionar ce intră în constituirea perisipurilor a fost adus în mare de rîuri. Acest material împreună și cu cel rezultat din abraziunea marină este șariat de curenții litorali marini în fața gurilor rîurilor, formînd lacuri care sînt cunoscute sub numele de limane maritime. În acest mod s-au format lacurile Tașaul, Gargalîc, Siutghiol, Tăbăcăriei, Agigea, Techirghiol, Costinești, Tatlageac, Mangalia etc.

Lacuri formate prin subfuziune şi tasare. Cuveta acestor lacuri s-a format pe depozite de loess şi pe depozite friabile de terase. Depresiunile formate poartă numele de crovuri, padine sau gâvane. În acest mod au luat naştere unele lacuri din Cîmpia Română, Cîmpia Vestică, Dobrogea şi Podişul Moldovei.

Lacurile formate sub acţiunea gheţarilor sînt cantonate în zona înaltă a munţilor afectaţi de eroziunea glaciară. În România asemenea lacuri se află numai în Carpaţii Orientali şi Maridionali, masivele Rodnei, Făgăraş, Parîng şi Retezat. Ele s-au format în pleistocen sub acţiunea gheţarilor de circ şi vale. În cadrul reliefului glaciar din ţara noastră există aproximativ 200 lacuri în majoritate formate în cursuri sau căldări glaciare (aşa sînt lacurile Zănoaga, Bîlea, Capra, Gîlcescu, Galeşu, Podul Giurgiului, Urlea, Slăveiu, Podragu, Custura Mare etc.). Alte lacuri, puţine la număr, s-au format pe văi în spatele depozitelor morenice (este cazul lacurilor Bistra, Neteş, Pietrele Albe, Scărişoara, Tăul Verde, Pietrosu, Buhăescu, Lala Mare etc.).

Lacuri formate prin acţiunea de dizolvare a apei. Prin dizolvarea calcarului (gipsului) de către apă au rezultat lacurile carstice Peţea, Vărăşoaia, Balta, Învîrtita-Nucşoara, iar prin dizolvarea sării s-au format lacurile Ursu, Aluniş, Negru etc. Lacurile sărate de la Slănic-Prahova, Telega, Ocna Mureşului, Ocna Dejului etc. s-au format prin dizolvarea sării din ocnele părăsite.

Lacurile din România sînt numeroase; ele se află cantonate pe majoritatea treptelor de relief. Unele din ele sînt situate pe litoral sub nivelul Mării Negre, altele pe dealuri sau pe vîrfuri de munţi. Pe litoral lacurile Razelm şi Golovita sînt situate cu - - 3 m şi respectiv Techirghiol cu — 1,64 m sub nivelul Mării Negre. Apoi vin lacurile Siutghiol şi Tatlageac situate cu 1 m deasupra nivelului mării, pentru ca în munţii noştri altitudinea cea mai mare unde se află lacuri glaciare să depăşească 2200 m (lacul Podul Giurgiului din masivul Făgăraş se află la 2265 m).

Morfologia lacurilor variază în funcţie de geneză, rocă şi relieful pe care se află instalate. Lacurile vulcanice au cuveta sub forma de pîlnie (lacul Sf. Ana). Cele formate în căldările glaciare au cuveta în formă de „U". Lacurile de origine fluviatilă, cele rezultate din tasare şi subfuziune mecanică, lacurile de origine lagunară şi limanele marine au cuveta mult deschisă şi întinsă luînd în unele situaţii aspectul unui taler.

Lacurile cu suprafeţe mari au caractere topografice asemănătoare. Asupra ţărmului lor înalt acţioncează apa care-l transformă cu timpul în faleze, platforme de abraziune lacustră sau plaje. Relieful de adîncime al lacurilor poate fi uniform (acest caracter este dat de instalarea pe fundul lacului a sedimentelor fine — ca de exemplu în lacurile Taşaul, Razelm, Sinoe ş.a. formînd adevărate cîmpii sublacustre; la alte lacuri în special la cele de eroziune glaciară relieful subacvatic este în cea mai mare parte accidentat).

5.1.1.2. FACTORII MEDIULUI LACUSTRU

Poziţia geografică, altitudinea, clima, structura geologică depunerile organice, relieful, solul, suprafaţa şi adîncimea lacului, vegetaţia împrejurimilor fac ca factorii fizici şi chimici ai biotopului lacustru să fie diferiţi de la un bazin la altul şi să constituie criteriul lor de deosebire. Se disting doi biotopi: masa de apă sau pelagialul şi substratul sau bentalul, deosebiţi între ei prin particularităţile fizico-chimice.*)

* Vezi M. Papadopol: Hidrobiologia, 1978, p. 33.

Factorii fizici ai masei de apă sau pelagialului. *Masa de apă*, sau pelagial reprezentată prin suprafață, adîncime și volum constituie spațiul în care se dezvoltă viața. În lacurile adînci intervine presiunea hidrostatică; la fiecare 10,5 m presiunea crește cu o atmosferă. Organismele acvatice au adaptări corespunzătoare în acest sens. Presiunea hidrostatică din corpul lor este egală cu presiunea apei de la nivelul unde își desfășoară activitatea. Aceasta face posibilă existența vieții la mari adîncimi. În lacurile cu suprafață mică — așa cum sînt cele montane — biocenozele au o dezvoltare limitată. În lacurile mari biocenozele sînt bine dezvoltate și diversificate. Se constată că pe lîngă alți factori de mediu, volumul de apă joacă un rol esențial în diversificarea biocenozelor pe orizontală și verticală. Mărturia acestui argument o constituie biocenozele diferitelor lacuri de pe glob și din țara noastră.

Cele mai mari unități lacustre de pe pămînt sînt lacul Baikal (URSS) cu o suprafață de 34 000 km² și adîncimea de 1 620 m; lacul Tanganyica (Africa) cu suprafața de 31 900 km² și adîncimea de 1 435 m. În România, din unitățile lacustre existente pe litoralul Mării Negre, lacul Razelm are suprafața cea mai mare, de 41 500 ha, adîncimea de 3,5 m iar volumul de apă de 830 000 000 m³; lacul Siutghiol are adîncimea de 17,15 m, suprafața de 1 960 ha și volumul de apă de 91 000 000 m³. Din unitățile lacustre de origină glaciară, lacul Bucura are cea mai mare suprafață 105 000 m², adîncimea de 17,10 m și volumul de apă de 487 210 m³, iar lacul Zănoaga are cea mai mare adîncime 29 m și cel mai mare volum de apă 693 152 m³; suprafața sa este de 65 090 m². *Alimentarea cu apă* a lacurilor se face prin precipitații, prin izvoare subacvatice, izvoare de mal, prin drenarea apei rîurilor și prin revărsarea rîurilor sau a fluviului Dunărea în timpul viiturilor. Pierderea apei din lacuri se face prin scurgere superficială, deci prin emisari (Snagov, Bucura), prin infiltrație subterană, evaporare, consum biologic și prin folosirea ei în irigații sau industrie. Unele lacuri nu au scurgere superficială (Sf. Ana, Techirghiol). În acest caz pierderile apei se fac prin evaporare, infiltrație și consum biologic.

Oscilații de nivel. Alimentarea abundentă cu apă a lacurilor în timpul precipitațiilor și ieșirile apei din lacuri pe cale naturală sau artificială determină oscilațiile de nivel. Fenomenul de ridicare sau coborîre a apei are influență asupra asociațiilor de organisme, în special a celor din zona litoralului sau din zona de mal. Oscilații de nivel posedă toate lacurile de pe teritoriul României. Nivelul apei din lacuri oglindește condițiile climatice ale fiecărui anotimp. *Iarna*, temperatura este scăzută și implicit evaporarea va fi mică sau foarte mică. Singura sursă de alimentare cu apă o constituie izvoarele subterane. *Primăvara* temperatura crește, zăpezile se topesc, ploile sînt abundente, nivelul apei crește. *Vara*, temperatura este ridicată, evaporația și consumul biologic sînt maxime, nivelul apei scade. *Toamna* temperatura scade, ploile sînt abundente, nivelul apei crește din nou.

Lacurile din zona montană a țării noastre au nivelurile maxime în lunile mai și iunie; cele în zona de cîmpie, de podiș și colinare în lunile martie și aprilie. Nivelurile cele mai scăzute sînt pentru lacurile montane în luna august, iar pentru cele de cîmpie, podiș și colinare în lunile iunie, august.

Greutatea specifică a apei este supusă unor oscilații anuale datorită variațiilor de temperatură și salinitate (C. S. Antonescu, 1967) Greutatea specifică a apei crește direct proporțional cu salinitatea. La temperatura de 0° și nivel altitudinal zero (nivelul mării) apa este de 775 ori mai grea decît aerul. Această însușire fizică face posibilă plutirea sau înotul organismelor acvatice. Ele tind să fie scoase spre suprafață „cu o forță cu atît mai mare cu

cît greutatea lor specifică este mai apropiată de a aerului" (E. A. Pora, L. Oroş, 1974). Unele plante şi animale îşi menţin starea de plutire prin înglobarea în corpul lor a unui anumit volum de aer. Un exemplu în acest sens îl prezintă nufărul şi alte plante acvatice care au în corp spaţii pline cu aer; la fel se comportă şi peştii care posedă vezică înotătoare în care se află o cantitate dirijată de azot.

Densitatea şi vîscozitatea apei lacurilor variază în cursul unui an. Factorul important care dirijează aceste caractere îl constituie temperatura. Apa are cea mai mare densitate la +4°C. Densitatea sa scade la temperaturi de peste 4°C şi la cele sub 4°C. Iarna lacurile îngheaţă numai la suprafaţă. Acesta este posibil deoarece la 0° apa este mai uşoară decît cea de dedesubt. Stratul de gheaţă format este mai uşor decît apa de sub el care are o temperatură de 1°C şi creşte către fund, unde ajunge la +4°C sau chiar mai mult. Apa are, vara, în straturile superficiale o densitate scăzută. Densitatea creşte către fund unde temperatura scade treptat, ajungînd în unele situaţii la +4°C.

Gradul de vîscozitate al apei este dat de temperatură, suspensii organice şi anorganice. Vîscozitatea apei scade la creşterea temperaturii. La temperatura de 0°C vîscozitatea apei este de două ori mai mare decît la temperatura de 25°C. De aceea vara apa are o vîscozitate mai mică decît iarna. Suspensiile organice şi anorganice aflate în masa apei contribuie, pe lîngă temperatură, la stabilirea gradului de densitate al apei într-o etapă de timp din cadrul unui an.

Densitatea şi vîscozitatea apei au o mare influenţă asupra fenomenului de plutire liberă a organismelor şi de rezistenţă întîmpinată la înot. Iarna apa fiind rece, cu o densitate şi cu o vîscozitate mai ridicată, permite o mai bună plutire a organismelor acvatice. Densitatea şi vîscozitatea apei opun o anumită rezistenţă animalelor nectonice. În apă rezistenţa de înaintate este de aproximativ 100 ori mai mare ca în aer. Organismele înotătoare învinge aceste impedimente prin forma hidrodinamică a corpului şi mărirea forţei musculare.

Tensiunea superficială apare la suprafaţa de contact a apei cu aerul şi are însuşirea unei pseudo-membrane. Valoarea tensiunii superficiale este influenţată de temperatură, suspensiile organice şi anorganice ca şi de substanţele dizolvate. Studiile făcute au evidenţiat diferenţe ale valorii ei în diferite bazine. Astfel, în lacurile oligotrofe tensiunea superficială este cuprinsă între 0—2 dine/cm² iar în lacurile eutrofe de 0—20 dine/cm². În pelicula de apă a tensiunii superficiale se dezvoltă asociaţii de organisme animale şi vegetale mărunte care formează o biocenoză specifică denumită neuston.

Temperatura apei. Cu excepţia lacurilor termale care primesc izvoare calde, încălzirea este făcută de razele solare. Radiaţiile calorice, roşii şi infraroşii emanate de soare sînt absorbite de stratele superioare ale apei, la care se mai adaugă căldura iradiată de atmosferă şi de maluri. Încălzirea apei este direct proporţională cu suprafaţa. Lacurile cu suprafaţă mare şi cu adîncime mare se încălzesc şi se răcesc mai greu decît cele mici.

În lacurile adînci există o stratificaţie termică a apei. În orice lac se înregistrează variaţii termice zilnice, lunare şi anuale. Căldura înmagazinată în timpul verii se pierde treptat toamna şi iarna. Lacurile montane au apa mai rece decît cele din zona colinară şi cele de cîmpie. Vara temperatura apei la suprafaţa lacurilor din regiunea de şes variază între 20—25°C, iar la cele montane între 14—16°C. Temperatura descreşte cu adîncimea ajungînd în zona de fund pînă la 4°C.

Lacul Tăul Negru, de exemplu, are pe timp de vară la suprafaţă temperatura în jur de 14—15°C şi la fund de 7°C (27 m); lacul Bucura are la suprafaţă

în jur de 14°C și la fund 10°C (17 m) etc. Scăderea pe verticală a temperaturii apei se face treptat și uniform pînă la o anumită adîncime unde are loc o scădere bruscă a ei. Acest nivel poartă numele de *pătura saltului termic* sau *metalimnion*. Stratul de apă aflat deasurpa metalimnionului poartă numele de *epilimnion* iar cel aflat sub el se numește *hipolimnion*. Epilimnionul este mereu răscolit de valuri și de curenții de convecție, este bine luminat, oxigenat, încălzit și ca urmare este bogat populat cu organisme vegetale și animale. Ea reprezintă pătura trofogenă unde are loc procesul de formare a materiei organice de către plantele macroscopice și microscopice. Hipolimnionul este obscur, rece, slab oxigenat, bogat în gaze ca CO_2, SO_2, CH_4, gaze rezultate în procesul de descompunere sau de fermentație al materiilor organice depuse pe fund. El este slab populat; aici trăiesc puține organisme. Sub aspect biologic această zonă este trofolitică (fig. 10).

Toamna, odată cu răcirea aerului, apa se răcește la suprafață, devine mai grea și coboară mai jos, locul ei fiind luat de apa mai caldă și deci mai ușoară care urcă la suprafață. Curentul vertical se accentuează și se menține pînă cînd toată apa bazinului a luat temperatura de 4°C. Odată cu uniformizarea termică se face și uniformizarea oxigenului solvit. Iarna apa se răcește la suprafață în continuare pînă la 0°C, cînd este favorizată formarea cristalelor de gheață. Sub podul de gheață format temperatura crește spre fund ajungînd la +4°C. Aceasta este stratificația termică inversă de iarnă. Primăvara creșterea temperaturii aerului duce la topirea podului de gheață. Straturile de apă de la suprafață încep să se încălzească sub acțiunea directă a razelor solare. Ca urmare ele devin mai dense și coboară pînă unde găsesc straturile de apă cu aceeași valoare termică. În acest fel stratificația termică a apei stabilită în timpul iernii se strică. Procesul în sine continuă pînă cînd apa capătă aceeași temperatură (+4°C), pe toată grosimea ei. Uniformizarea termică din timpul

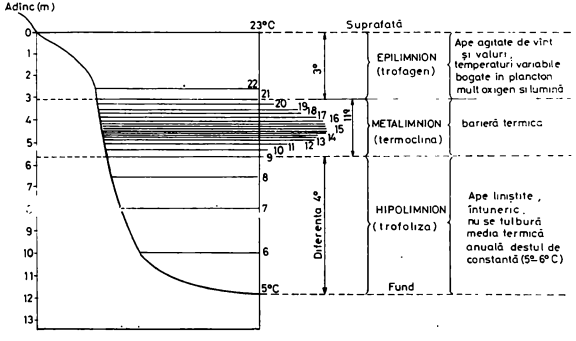


Fig. 10. Schemă generală privind stratificarea termică a apei într-un lac pe timp de vară (După E. A. Pora, L. Oros, 1974)

primăverii mai este sprijinită și de vînt. Aceasta este așa-numita circulație de primăvară (fig. 11).

Fenomenele de stratificație termică a apei din timpul verii și iernii și uniformizările de temperatură din toamnă și primăvară sînt de mare importanță pentru viața biocenozelor.

Transparența apei lacurilor variază în funcție de cantitatea materiilor organice și anorganice aflate în suspensie și de cantitatea substanțelor solvite.

Lumina pătrunde în apă la diferite adîncimi. Gradul de luminozitate este determinat de unghiul de incidență al razelor luminoase cu suprafața lacului, de intensitatea luminii, de sezon, de altitudine și longitudine, de nebulozitate și de gradul de transparență al apei. Radiațiile verzi-albastre pătrund în păturile cele mai adînci ale apei. Radiațiile violete și ultraviolete se opresc în păturile superioare. Cu ajutorul celulei fotoelectrice s-a constatat că la 1 m adîncime intensitatea luminoasă scade cu 50% față de suprafață; la adîncimea de 4,5 m scade la 66% iar la 100 m adîncime scade cu 75%.

Pe timp de iarnă podul de gheață format la suprafața lacurilor permite difuzarea în apă a unei mici cantități de lumină care depinde de transparența și de grosimea gheții. Lumina este folosită de algele planctonice în procesul de fotosinteză, cînd se eliberează oxigenul atît de necesar respirației.

Culoarea apei. În multe lacuri apa este incoloră. În altele, în anumite perioade ale anului apa poate avea o culoare puțin gălbuie sau verzuie. Cauza colorării o constituie suspensiile organice sau minerale și înmulțirea exagerată a algelor, fenomen cunoscut sub numele de „înflorirea apei".

Curenții de origină eoliană (vînturile) pun în mișcare masa de apă pe o grosime mai mare sau mai mică în funcție de intensitatea și durata lor. Frecarea aerului pe oglinda apei produce valurile și curenții de suprafață. În lacurile cu adîncime nu prea mare vîntul poate răscoli apa pînă la fund. Valurile produse de aerul în mișcare pot fi de mărimi variabile. În lacul Baikal (URSS) au fost înregistrate valuri de aproximativ 6 m. În lacurile de pe litoralul românesc al Mării Negre valurile ating maxima de 1 m iar în cele glaciare de 0,5 m. În adîncime valurile se propagă pînă la cîțiva metri. Ele produc tulburarea și amestecarea masei de apă din cuveta lacurilor, antrenînd particule minerale și organice de pe fund. Răscolirea apei determină o uniformizare a substanțelor minerale, a temperaturii și a oxigenului.

Factorii chimici: *Chimismul apei.* Apa lacurilor este bogată în săruri minerale: oxizi, silicați, carbonați, cloruri, sulfați, săruri de NH_3 azotiți, azotați, fosfați. În general carbonații și bicarbonații de Ca și Mg sînt dominanți. În unele lacuri, puține la număr, domină sulfații. Cercetările moderne au pus în evidență în apa lacurilor și aminoacizi care prezintă o mare importanță pentru animalele mici ce se hrănesc prin osmoză.

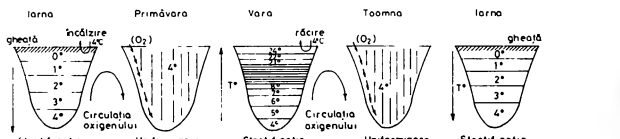


Fig. 11. Stratificația termică a lacurilor din zona temperată în cursul unui an (După E. A. Pora, L. Oros, 1974)

În general concentrația oscilează între 0,5—1 g/l, dar sînt lacuri ce conțin 2—2,5 g/l și chiar mai multe săruri. Lacurile colinare și de cîmpie sînt bogate în săruri. Lacul Vitioara din apropierea Văleniului de Munte posedă în jur de 0,63 g/l săruri. Lacurile de pe malul dobrogean al Dunării are cantitatea de săruri cuprinsă între 0,3—0,7 g/l. Gradul de mineralizare a lacurilor din Delta Dunării este cuprins în general între 0,2—0,4 g/l. Unele lacuri din Bărăgan cum sînt Reviga, Ezer, Strachina au gradul de mineralizare ridicat 5—10 g/l iar Fundata și Amara 10—20 g/l. Lacurile din ocnele părăsite au salinitatea foarte ridicată. Lacurile Baia Verde I, II și III de la Slănic Prahova au între 150—242 g/l. Gradul cel mai scăzut de mineralizare îl are apa lacurilor alpine. La acestea cantitatea de săruri se ridică abia la 0,01—0,07 g/l.

Gazele din apa lacurilor. În apa lacurilor se găsesc următoarele gaze: oxigenul, bioxidul de carbon, hidrogenul sulfurat și metanul. Oxigenul provine din două surse: oxigenul atmosferei care pătrunde prin difuzie la zona de contact a apei cu aerul și oxigenul rezultat din activitatea fotosintetizantă a plantelor acvatice. Cea mai mare parte a O_2 dizolvat din apă provine însă din procesele de asimilație clorofiliană a plantelor. Apele reci conțin mai mult oxigen decît cele calde. Concentrația bioxidului de carbon (CO_2) din apă este în general de 1,7% și provine în cea mai mare parte din respirația viețuitoarelor. O mică parte provine din bioxidul de carbon atmosferic și din izvoare. Coeficientul de solubilizare a CO_2 atmosferic este de 300 ori mai mare decît cel al oxigenului. Metanul (CH_4) ia naștere în depozitele organice de pe fundul bazinului lacustru printr-o descopunere incompletă a hidraților de carbon. Aici oxigenul lipsește. În zonele cu depuneri organice și neaerisite cantitatea de metan poate ajunge la 40 cm^3/l. Hidrogenul sulfurat (H_2S) este generat de acțiunea de reducere sau descompunere bacteriană a substanțelor organice care conțin sulf. El este un gaz toxic pentru viețuitoare. Adesea mirosul de H_2S se simte în preajma lacurilor ca efect al circulației apei în timpul primăverii și toamnei.

Reacția ionică (pH-ul) a apei lacurilor variază atît între bazine cît și în cadrul aceluiași bazin în diferite anotimpuri. pH-ul lacurilor poate fi acid, ușor acid sau alcalin.

În cadrul unor lacuri bogate în alge planctonice s-a constatat o mare variație de pH în timp în 24 ore și anume 5,6 dimineața și 9,5 după amiaza. Scăderea pH-ului în timpul nopții se explică prin creșterea cantității de CO_2 din apă rezultat din respirația animalelor și algelor. În timpul zilei CO_2 este luat de plante și folosit în procesul de fotosinteză eliberînd oxigenul. Schimbarea concentrației bioxidului de carbon determină schimbarea valorilor pH-ului.

Ectocrinele sînt substanțe chimice organice sau anorganice rezultate din metabolism și sînt eliminate în mediu de către organismele ce intră în constituția biocenozei. Ele au rol reglator și integrator în viața biocenozelor, intervenind în dirijarea și desfășurarea relațiilor complexe dintre specii. Ectocrinele pot stimula activitatea unor populații și inhiba activitatea altora (fie că este vorba de nutriție, fie de reproducere, sau de alte stări fiziologice). Se presupune că succesiunea grupelor taxonomice de alge din fitoplancton și a animalelor din zooplancton este dirijată, pe lîngă alți factori și de prezența substanțelor ectocrine.

Factorii fizico-chimici ai substratului sau bentalului *Structura granulometrică* a substratului bentic are mare influență asupra selectării organismelor ce intră în structura cenozelor bentonice. În funcție de dimensiunea particulelor granulo-metrice se disting substrate ca argile, mîluri, nisipuri, pietriș, bolovăniș,

bolovani, stînci. Între acestea pot exista diferite categorii de combinații, rezultînd un substrat de amestec.

Compoziția chimică a sedimentelor lacustre diferă în funcție de activitatea organismelor, de depunerile organice și minerale.

PH-ul are valori sub 7. În general substratul este acid sau neutru. Aciditatea este prezentă în sedimentele bentice bogate în substanțe organice.

5.1.1.3. BIOCENOZELE LACUSTRE

În lacuri viața este reprezentată prin numeroase populații de plante și animale care sînt grupate în biocenoze. În cadrul biocenozelor asociațiile de plante și animale capătă aspecte caracteristice în funcție de condițiile oferite de biotop. Pelagialul și bentalul sînt populate de pelagos și respectiv bentos (M. Papadopol, 1978), (fig. 12).

Pelagosul este format din asociațiile de organisme vegetale și animale aflate în masa apei pe întreaga întindere și adîncime a lacului. Caracteristice pelagosului sînt *neustonul, planctonul* și *nectonul*. Neustonul și planctonul sînt biocenoze tipice alcătuite din trei tipuri mari de organisme: producători (plante), consumatori (animale) și reducători (bacterii și ciuperci microscopice). Nectonul este numai o asociație de organisme animale care consumă diferiți componenți (plante și animale) din biocenozele pelagosului sau bentosului.

a) *Neustonul* este format din numeroase populații de alge microscopice și alte plante mai mari, din animale, din bacterii și ciuperci microscopice care populează pelicula de apă formată la locul de contact dintre mediul acvatic și cel aerian. Tensiunea superficială a apei creată la nivelul de contact dintre cele două medii, servește ca suport suficient de stabil pentru desfășurarea acti-

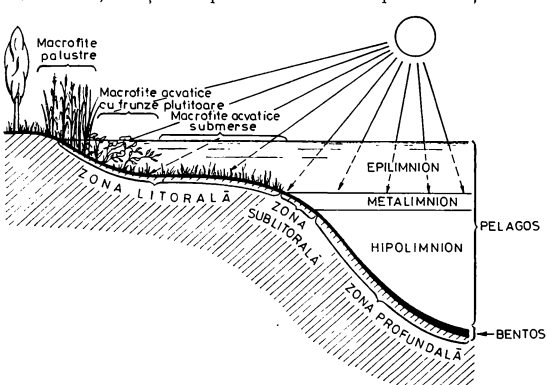


Fig. 12. Schema comunităților de viață ale mediului lacustru (original)

vitații vitale a multor organisme vegetale și animale mărunte. Neustonul se menține ca biocenoză numai pe suprafețele liniștite ale apei. Cînd vînturile răscolesc apele lacului, deci atunci cînd apar valurile neustonul dispare. Neustonul este bine reprezentat în bazinele lacustre cu suprafață mică, cu apă puțin agitată de valuri sau lipsită de agitație. Lacurile cantonate în pădure și ochiurile de apă înconjurate de stuf nu sînt afectate de vînt. Aici neustonul găsește cele mai bune condiții de formare și existență. Raportat în timp neustonul a fost observat primăvara, vara și toamna la temperaturi diferite . Compoziția floristică și faunistică a neustonului variază de la un lac la altul în funcție de gradul de troficitate (oligotrofe, eutrofe, distrofe), de altitudine și latitudine și în funcție de alte caractere ale bazinului.

Unele organisme din neuston plutesc sau se deplasează activ la suprafața pelicule de apă iar altele sînt ancorate pe fața ei inferioară. Primele alcătuiesc *epineustonul* iar a doua grupă formează *hiponeustonul*.

Epineustonul este format din diferite animale foarte mici dar și din unele mai mari, așa cum sînt unele insecte acvatice cu deplasare activă pe suprafața apei, din diferite organisme vegetale de dimensiuni microscopice și din altele macroscopice, așa cum sînt *Salvinia natans* (peștișoara), *Lemna minor, L.trisulca, L. gibba, L. polyrhiza; L. arrhiza* (lintiță), *Hydrocharis morsus rane* (iarba broaștei) etc. Asociația de plante macroscopice care plutește pe suprafața apei poartă numele de *pleuston*.

Hiponeustonul este format din bacterii, alge microscopice, protozoare, hidre, unele cladocere etc.

În zona litorală a lacului, neustonul este mai bogat în specii și este mai bine reprezentat decît în zona pelagială. Macrovegetația din zona litorală favorizează instalarea neustonului și întreține existența lui adăpostindu-l de factorii care tind să-l dezechilibreze. Pe luciul apei aflată printre macrofitele emerse trăiesc o mulțime de viețăți, majoritatea insecte și păianjeni. Dintre insecte cele mai cunoscute sînt *Gyrinus natator* — gîndac mic de culoare neagră care descrie curbe elegante pe suprafața apei; fugăii *Gerris* și *Hydrometra*, colembolele *Hydropodura* și *Sminthurus* ce se deplasează pe suprafața apei în căutare de hrană. Specia *Gerris* patinează sacadat pe suprafața peliculei de apă, iar restul speciilor se deplasează lin. Speciile menționate sînt adaptate la acest mod de viață. Au picioare foarte păroase și unse cu grăsime iar ghearele sînt încovoiate în sus. Suprafața apei la punctele de contact cu membrele este puțin presată astfel că animalele nu se scufundă. Pelicula de apă le servește ca mediu pentru desfășurarea vieții. Un sistem de adaptare deosebit de interesant în căutarea hranei îl are gîndacul *Gyrinus natator*. Ochiul lui este împărțit în două jumătăți printr-o linie. Cînd animalul înoată, linia ochiului se află la nivelul suprafeței apei. O jumătate de ochi vede deasupra apei, iar cealaltă jumătate vede în apă. Ca urmare, el are posibilitatea să-și prindă prada atît din apă cît și de deasupra ei.

Un reprezentant tipic al hiponeustonului este cladocerul *Scapholebens kingi*.

În compoziția neustonului se găsesc 3—4 specii de alge din care una este dominantă ca număr de indivizi iar celelalte au caracter accesoriu. Frecvent întîlnite în neuston sînt speciile *Chromulina rosanoffi, Euglena sanguinea, E. proxima, E. neustonica* precum și anumite specii de *Chlamydomonas* sau *Haematococcus*. Algele neustonice formează adesea o pieliță gelatinoasă la suprafața apei. Pielița constituie un suport foarte bun pentru multe animale cum sînt protozoarele *(Vorticella)*, rotiferele, diferite larve de viermi etc.

(A. Robert, 1976). Componentele algale atrag diferite animale contribuind prin aceasta la îmbogățirea și diversificarea biocenozei. Formele algale care se află temporar în neuston și anume numai în stadiul imobil, revin în plancton după destrămarea neustonului. Pentru ecosistemul lacustru activitatea compomentelor neustonice este de mare importanță pentru întregul proces de viață existent. Neustonul se integrează în rețeaua trofică a ecosistemului cu efecte pozitive. Atunci cînd suprafața apei se acoperă pe întinderi mari cu o „pieliță", generată de alge, el are efecte negative deoarece împiedică pătrunderea luminii în masa apei — fapt care diminuează activitatea fotosintetizantă a fitoplanctonului.

b) *Planctonul* — este o biocenoză tipică ecosistemelor acvatice. Organismele care o compun sînt de dimensiuni mici, în majoritatea cazurilor microscopice. În structura biocenozei există numeroase populații de alge, animale, bacterii și ciuperci microscopice. Algele care intră în structura planctonului se numesc fitoplancteri. Totalitatea lor formează *fitoplanctonul*. Animalele care intră în structura planctonului sînt mărunte, unele din ele de dimensiuni microscopice, altele sînt mai mari și pot fi observate cu ochiul liber. Animalele din componența planctonului se numesc zooplancteri. Totalitatea lor formează *zooplanctonul*.

Fitoplanctonul este alcătuit în cvasiexclusivitate din alge. Se află răspîndit în zona eufotică a bazinului, adică în grosimea stratului de apă luminată. Zona eufotică ține de la suprafață pînă la adîncimea unde pătrund razele luminoase. Zona eufotică constituie zona trofogenă a bazinului. Aici are loc procesul de sinteză a substanțelor organice ca urmare a activității fotosintetizante a algelor fitoplanctonice. Algele constituie primum novens al întregii vieți din apă. În lacurile lipsite de macrovegetație pe seama algelor subexistă toate viețuitoarele din apă, inclusiv pești.

Fitoplanctonul este compus din specii de alge silicioase *(diatomee)*, alge albastre-verzui *(cianoficee)* și alge verzi *(cloroficee)*. Cloroficeele sînt mai bine reprezentate în perioada caldă a anului. Toamna frecvența lor este mică. Din clorofite des întîlnite în plancton sînt volvocalele *Chlamydomonas, Eudorina, Volvox, Pandorina*; protococalele *Scenedesmus, Coelastrum, Pediastrum, Tetraëdron, Actinastrum*; desmidiaceele *Cosmarium, Euastrum, Staurastrum, Micrasterias, Closterium, Spirogyra* etc. Cianoficeele se găsesc în fitoplancton din primăvara pînă toamna. Ele se dezvoltă foarte bine în perioada caldă a anului. De aceea la sfîrșitul primăverii, vara și în prima parte a toamnei suficient de călduroase se găsesc în structura fitoplanctonului numeroase specii de alge albastre-verzui. Des întîlnite sînt speciile genurilor *Coelosphaerium, Dactylococcopsis, Merismopedia, Microcystis, Anabaena, Aphanizomenon, Oscillatoria, Spirulina* etc.

În sezonul rece fitoplanctonul este dominat de algele silicioase (diatomee). Aceasta nu înseamnă că pe timpul verii ele dispar din fitoplancton (specii de diatomee se găsesc în structura fitoplanctonului pe întregul an). Ele au condiții bune de dezvoltare însă primăvara devreme și toamna. În aceste părți ale anului populațiile de diatomee sînt foarte numeroase. Diatomeele au deci, ca și alte alge, o repartiție neregulată în timp, abundența lor în sezonul rece corespunde necesităților de viață optime. În fitoplanctonul lacustru sînt întîlnite specii ale genurilor *Cyclotella, Melosira, Amphora, Achnanthes, Asterionella, Cymbella, Cocconeis, Fragillaria, Navicula, Nitzschia, Synedra* etc.

Algele planctonice plutesc în masa apei. Greutatea specifică mică și adaptările morfologice ale organismului le permit să frîneze căderea spre fund sau

cel puțin să o întîrzie. Unele alge au în corp picături de ulei (diatomea *Tabellaria*) sau vacuole gazoase (cianoficea *Microcystis*), altele au forma care se îndepărtează de cea sferică și sînt prevăzute cu prelungiri sub formă de raze, țepi, perișori (fig. 13). Aceste adaptări le permit să se mențină în masa apei un timp mai mult sau mai puțin îndelungat.

Fitoplanctonul variază cantitativ în cursul anului. Numărul de celule la unitatea de volum este dirijat de mulți factori abiotici ai mediului acvatic. Fitoplanctonul cel mai bogat în populații și în număr de indivizi pe unitatea de volum (litru sau metru cub), se află în perioada de vară, de multe ori el depășind 230 000 000 celule/l. Factorii stimulatori ai dezvoltării fitoplanctonului sînt: temperatura, existența în bazin a substanțelor nutritive rezultatete din descompunerea maselor vegetale macrofitice, o bună luminozitate etc.

Fluctuațiile în concentrația substanțelor nutritive au importante repercusiuni asupra dezvoltării diferitelor grupe de alge. Scăderea concentrației

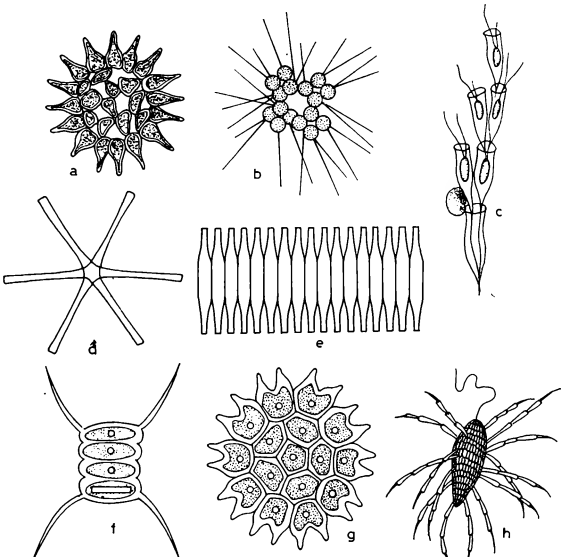


Fig. 13. Aspecte morfologice ale unor elemente din fitoplanctonul lacustru (După C. S. Antonescu, 1967):
a-Pediastrum clathratum; b. Micractinium pusillum; c. Dinoryoon serlularia; d. Asterionella formosa; e. Fragillaria crotonesis; f. Scenedesmus quadricauda; g. Pediastrum boryanum; h. Mallomonas caudata

substanțelor nutritive preferate de specia dominantă poate opri creșterea populației, facilitînd înmulțirea altor populații de alge cu nevoi de nutriție diferite. Dinamica elementelor biogene este diferită de la bazin la bazin și chiar în cadrul aceluiași bazin de la o perioadă la alta. Procesele de mineralizare a organismelor moarte și aportul exogen de elemente nutritive realizat în lacurile Deltei Dunării și în lacurile din lungul Dunării în timpul viiturilor, modifică dinamica populațiilor de alge din fitoplancton. De exemplu „maximul vernal diatomeic este pus pe seama silicatului adus în cantitate sporită de către apele de inundații. Maximul autumnal diatomeic și cianoficiic este datorat cantității apreciabile de materie organică azotată rezultată din descompunerea organismelor" (L. Gavrilă, I. Chiosilă, A. Schneider, 1972). Aceste modificări în structura fitoplanctonului uneori apărute brusc, sînt consecința modificării calitative și cantitative a factorilor de mediu care stimulează explozia populațională a unor grupe de alge în detrimentul altora.

Fenomenul de înmulțire excesivă a unor alge este cunoscut sub numele de „înflorire a apei". El este cauzat de o singură specie de alge și anume de acea specie pentru care condițiile de viață devin optime. Acest fenomen determină schimbarea echilibrului biologic din plancton. Noaptea, ca urmare a consumării intensive a oxigenului din apă de către toate organismele, îndeosebi de către alge, poate deveni catastrofal. Peștii și multe organisme din apă mor prin asfixiere. Cînd „înflorirea apei" este moderată sau cînd algele se înmulțesc în raporturi normale, ele servesc în mod direct sau indirect ca hrană peștilor. Descompunerea algelor moarte stimulează dezvoltarea florei microbiene care constituie hrana multor cladocere iar acestea hrana de bază a puietului de pește (A. Róbert, 1976).

Zooplanctonul lacurilor este sărac în specii dar foarte bogat în indivizi. Numărul zooplancterilor poate depăși 1 000 000 ex/m³. El este compus din specii de animale ce aparțin următoarelor grupe: *Protozoa, Vermes, Arthropoda.*

Protozoarele sînt numeroase și foarte diversificate. Se întîlnesc specii de rizopode, flagelate și ciliate. Dintre viermi, componenții constanți ai planctonului sînt rotiferii. Numărul lor este mare. În anumite perioade ale anului ei constituie partea cea mai importantă a zooplanctonului. Arthropodele sînt prezente în zooplancton prin două grupe de crustacee: cladocere și copepode. Grupele de animale menționate intră în mod obligatoriu în structura zooplanctonului. În afara acestora se mai întîlnesc și zooplancteri facultativi, cum sînt larve de insecte *(Corethra)*, de moluște *(Dreissena)*, diferiți viermi, printre care și planarii, unii hidracarieni, adulți și larve de hemiptere, ouă de insecte și pești, pupele unor chironomide temporar planctonice, larve de pești în primele stadii etc.

Protozoarele și rotiferii sînt forme microscopice. Cladocerele și copepodele precum și majoritatea zooplancterilor facultativi pot fi văzuți cu ochiul liber.

Zooplancterii sînt forme adaptate la acest mod de viață. Conținutul lor în apă este mare, scheletul chitinos al crustaceelor este foarte subțire, posedă multe apendice care le ușurează plutirea în apă, au vacuole cu grăsime etc. (fig. 14). Sînt forme mai mult sau mai puțin active care înoată în masa apei, adesea efectuînd migrații masive pe verticală și orizontală. Multe din ele se hrănesc cu alge (sînt fitofage), altele sînt zoofage hrănindu-se cu animale foarte mici de apă. Unele sînt omnivore, hrana lor constînd atît din alge cît și din animale microscopice. Majoritatea rotiferilor, cladocerilor și copepodelor se hrănesc cu forme mărunte din plancton. Ei captează hrana cu ajutorul unui dispozitiv apucător pe care îl mînă un curent de apă creat de un aparat vibra-

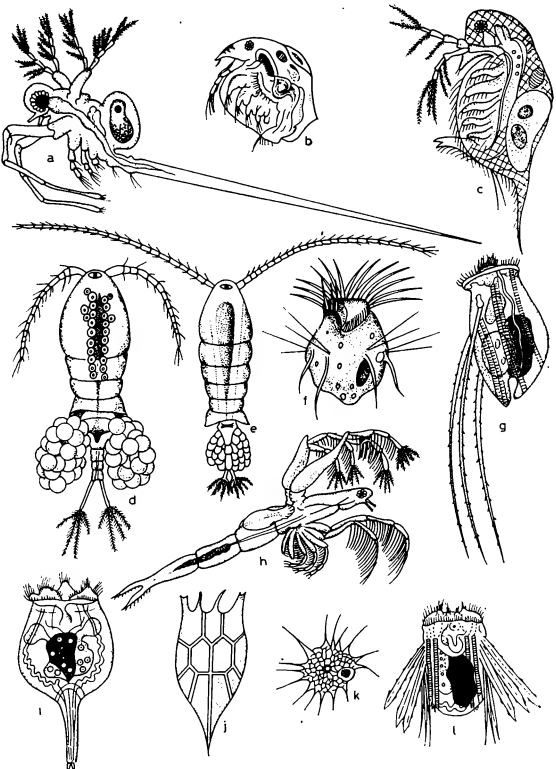


Fig. 14. Aspecte morfologice ale unor elemente din zooplanctonul lacustru (După C.S. Antonescu, 1967):

a. Bythotrephes longimanus; b. Chydorus sphaericus; c. Daphnia longispina; d. Cyclops strenuus; e. Diaptomus coeruleus; f. Halteria cirrifera, g. Trichra longiseta; h. Leptodora kindtii; i. Brachonus urceus; j. Keratella cochlearis; k. Actinophrys sol l. Polyarthra platyptera

tor. În acest mod filtrează o mare cantitate de apă. De exemplu *Dafniile* efectuează 200—300 de pompări pe minut, care le servesc atît la procurarea hranei cît și la respirație și plutire (C. S. Antonescu, 1967).

Puține organisme planctonice se hrănesc apucînd particulele de hrană una cîte una. Un exemplu în acest sens îl constituie rotiferul *Asplanchna*. Vibrația cililor produce un curent de apă. Algele existente în curentul de apă creat sînt apucate cu un cleşte şi ingerate. Toate crustaceele care posedă organe apucătoare sînt forme răpitoare. Asemenea specii se găsesc atît printre cladocere *(Leptodora, Bythotrephes)* cît şi printre copepode (*Cyclopidele* adulte).

c) *Nectonul* este o asociație formată din diferite specii de animale care înoată activ în toată masa apei. Adevăratul necton îl formează peştii. Aici însă pot fi incluse şi alte grupe de animale care ocupă acest biotop, dar importanța lor este mai mică. Din acestea menționăm hirudineele, insectele acvatice adulte sau larvele de insecte, unii crustacei, broasca țestoasă de apă etc. Dintre insecte, forme tipice acvatice întîlnite în masa apei, mai ales în zona litorală bogată în vegetație, sînt coleopterele (gîndacii) *Hydrous, Hydrophylus, Hydrobius* cu hrănire fitofagă, *Cybister, Dytiscus* etc. cu hrănire carnivoră. Unii din ei sînt considerați mari carnivori aşa cum este *Dytiscus*, devorînd larve de insecte, mormoloci şi pui de peşte. La fel sînt considerate şi ploşniţele de apă *(Heteroptera), Plea, Naucoris, Corixa, Notonecta, Ranatra* care îşi înțeapă prada, o omoară şi apoi o sug.

Sînt considerate temporar nectonice amfibienii, păsările şi mamiferele de apă care intră în ea şi îşi caută hrana. Animalele tipice nectonului rămîn însă peştii. Forma hidrodinamică a corpului lor, cu aspect de suveică mai mult sau mai puțin turtită lateral demonstrează adaptarea perfectă la modul de viață acvatic. Specia tipică nectonică de larg este şalăul *(Stizostedion lucioperca)*. El se găseşte în special în bazinele acvatice din preajma Dunării, în lacurile litorale şi în unele lacuri de cîmpie. Peştii comuni lacurilor întîlniți în zona litorală, dar şi în larg, sînt crapul *(Cyprinus carpio)*; crapul chinezesc *(Clenopharyngodon idella)*; caracuda *((Carassius carassius)*; batca *(Blicca bjorka)* aflată în special în lacurile dunărene şi în cele de pe cursul inferior al rîurilor; plătica *(Abramis brama danubii)* întîlnită în lacurile din zona inundabilă a Dunării, în lacurile din Delta Dunării şi în lacurile litorale; avatul *(Aspius aspius)* mult răspîndit în lacurile din lunca şi Delta Dunării, în lacurile litorale; babuşca *(Rutilus rutilus)*, linul *(Tinca tinca)* şi roşioara *(Scardinus erythrophthalmus)* larg răspîndite în lacurile şi bălțile dunărene, în lacurile de pe cursul inferior al rîurilor şi alte lacuri interioare; fufa sau pleava *(Leucaspius delineatus)* se află în majoritatea lacurilor. Îşi caută hrana pe lîngă maluri deplasîndu-se în cîrduri; bibanul *(Perca fluviatilis)* aproape nelipsit din lacuri şi bălți, ştiuca *(Esox lucius)* supranumită şi „tîlharul bălților", atacă şi înghite cu lăcomie peşti, şerpi, broaşte, şoareci şi şobolani de apă, boboci de rață sau de gîscă etc., trăieşte în majoritatea lacurilor din țara noastră mai ales în zona fluviului Dunărea şi Delta Dunării.

Nectonul lacurilor montane este format din larve de insecte, insecte adulte, peşti, broaşte etc. În unele lacuri peştii lipsesc. În Lacul Roşu, în lacurile Bîlca, Cîlcescu şi Sf. Ana dintre peşti este întîlnit păstrăvul *(Salmo trutta fario)*. Lacul Roşu şi unele lacuri de baraj au fost populate cu coregon *(Coregonus lavaretus maraenoides)* adus din lacul Ladoga (U.R.S.S.).

Hrana puietului de peşte (batca, caracuda, fufa, bibanul, ştiuca etc.) o constituie organismele din plancton. Hrana peştilor adulți este diversificată. Multe specii au o nutriție omnivoră (crap, plătică, caracudă etc.), alte specii sînt carnivore (somnul, şalăul, ştiuca, păstrăvul, bibanul) sau vegetariene (crapul chinezesc). Planctonul lacurilor este valorificat de mai multe specii de peşti printre care fufa şi coregonul. Puietul de peşte şi peştii adulți consuma-

tori de plancton (planctonofagi) formează o verigă importantă a lanțurilor trofice din bazinele acvatice, reprezentînd în fapt veriga care valorifică planctonul (pentru ca la rîndul lor să fie consumați de alți pești sau de alte animale de pradă).

Bentosul — este format din asociațiile de organisme (plante, animale, microorganisme) care populează fundul bazinului lacustru. Organismele vegetale și animale care intră în componența biocenozelor bentale sînt totdeauna dependente de un substrat mai mult sau mai puțin solid și stabil. Corespunzător celor două zone — litorală și profundală — se disting un *bentos litoral* și *un bentos profundal* (abisal). Structura bentosului din aceste două zone este diferită atît din punct de vedere calitativ cît și cantitativ. Asociațiile de organisme din cadrul vastei biocenoze bentale, corespund naturii faciesurilor existente, altitudinii și gradului de evoluție a cuvetei.

În zona litorală bentosul este populat de numeroase specii de plante (fitobentos), animale (zoobentos), bacterii și ciuperci microscopice (cu rol în descompunerea plantelor și animalelor moarte). În zona profundală bentosul este lipsit de plante fotosintetizante din cauza lipsei luminii. Aici sînt prezente asociații zoobentonice care primesc hrana din zona fotică a pelagialului constînd din detritus sau din plante și animale moarte.

Fitobentosul — este bine reprezentat în zona litorală. În zona profundală el lipsește. În componența lui intră plante mari (macrofite) și plante mici (microfite). Avînd în vedere dimensiunile plantelor, fitobentosul poate fi divizat, cu caracter numai didactic, în *macrofitobentos* compus din plante mari și *microfitobentos* format din alge microscopice.

Macrofitobentosul este o componentă permanentă dar nu exclusivă a zonei litorale a lacurilor. El lipsește cu desăvîrșire în lacurile cu salinitate mare, așa cum sînt cele formate în ocnele de sare părăsite, și este bine dezvoltat în lacurile cu apă dulce. Macrovegetația litoralului se eșalonează în spațiu în funcție de adîncimea apei. Porțiunea unde se întrepătrund acțiunea factorilor din mediul terestru cu a celor din mediul acvatic poartă, de regulă, pîlcuri de sălcii și arini. La contactul apei cu uscatul bentosul poartă brîul de stufăriș format în general din specii ce aparțin genurilor *Phragmites, Typha, Scirpus, Carex, Juncus, Glyceria, Eleocharis, Equisetum, Hippuris, Symphytum* etc. Populațiile acestor plante au numai baza tulpinii în apă. În zona centurii de stuf pe suprafețe de apă cu adîncime mică sînt întîlnite numeroase populații de plante, fixate de fundurile mîloase. Tulpina lor este mult cufundată în apă iar florile și majoritatea frunzelor se află deasupra ei. Cele mai comune sînt limba-broaștei *(Alisma plantago aquatica)*, săgeata apei *(Sagittaria sagittifolia)*, buzduganul *(Sparganium ramosum)* crinul-de-baltă *(Butomus umbellatus)*, stînjenelul galben *(Iris pseudacorus)*, răchitanul *(Lythrum salicaria)*, cuscuta-de-apă *(Cicuta virosa)* etc. Acolo unde adîncimea crește se instalează macrofitele cu frunze plutitoare fixate de substrat prin rădăcini. Aici sînt întîlnite nufărul alb *(Nymphaea alba)*, nufărul galben *(Nuphar luteum)*, plutnița *(Nymphoides peltata)*, broscarița *(Potamogeton natans)*, ciulinii de apă *(Trapa natans)*, piciorul cocoșului de apă *(Ranunculus aquatilis)* etc. În masa apei aflată deasupra bentalului litoral se întîlnesc plante caracteristice pleustonului cum sînt: iarba-broaștei, lintița și peștișoara — care se asociază cu macrofitele fixate. În porțiunile mai adînci ale litoralului și în unele locuri mai puțin adînci se găsesc macrofitele submerse. Unele din ele creează pe fundurile mîloase sau pe cele nisipoase adevărate pajiști subacvatice. Sînt lacuri care posedă pe suprafețe întinse pajiști de caracee,

formate din una sau mai multe specii ale genului de alge *Chara* sau pajiști de plante superioare din care nu lipsesc brădișul *(Myriophyllum spicatum, M. verticillatum)*, mărarul-de-apă *(Potamogeton pectinatus)*, pașa *(Potamogeton crispus)* și alte specii de *Potamogeton*, sîrmulița apei *(Vallisneria spiralis)*, otrățelul-de-apă *(Utricularia vulgaris)* etc.

Microfitobentosul este format din totalitatea organismelor vegetale unicelulare coloniale și pluricelulare de dimensiuni microscopice care trăiesc pe fundul mîlos, mîlo-nisipos. Pe suprafața mîlului și pe o mică grosime din el, dintre tulpinile macrofitelor și în zonele unde lipsesc macrofitele se găsesc numeroase specii de alge microscopice. Ele populează intens mîlul în zona bine luminată — cufotică — a litoralului. Microfitobentosul este compus din specii de alge silicioase (diatomee), alge albastre-verzi (cianoficee) și alge verzi (cloroficee). Mai sînt întîlnite și alge crizofite. Din toate grupele de alge, diatomeele domină, atît din punct de vedere al numărului de populații, cît și al numărului de indivizi în cadrul populațiilor. Microfitobentosul din zonele cu apă liniștită ale litoralului are de cele mai multe ori un aspect catifelat ca urmare a dezvoltării intense și „netulburate" a populațiilor de alge.

În zona profundală, afotică microfitobentosul lipsește. Aici se întîlnesc bogate asociații de bacterii și ciuperci microscopice.

Perifitonul este format din totalitatea organismelor vegetale și animale inferioare care trăiesc fixate pe macrofitele din apă, pe stînci, bolovani pietriș etc.

Asociațiile de organisme de pe macrofite poartă numele de *perifiton epifitic*, iar cel de pe pietre *perifiton epilitic*. În alcătuirea perifitonului intră alge microscopice unicelulare și pluricelulare și diferite specii de animale epibionte ca: spongieri, briozoare, hidre etc. Dintre alge, în structura perifitonului sînt întîlnite specii de diatomee, cianoficee și cloroficee. Se observă și o preferință în alegerea suportului. De exemplu, pe unele macrofite numărul populațiilor de alge și animale epibionte este mare, pe altele este mic. Perifitonul mai este cunoscut sub numele de biodermă și servește ca hrană pentru multe grupe de animale din mediul acvatic.

Rolul ecologic al fitobentosului. Fitobentosul are un rol deosebit de important în procesele ce se desfășoară în ecosistem. El este în primul rînd un important producător de materie organică. În zona litorală plantele superioare și cele inferioare de talie mare (macrofitobentosul) produc anual o mare cantitate de substanță organică. O parte este descompusă total. Altă parte însă contribuie la formarea depozitelor organice de pe fundul bazinului, influențînd astfel ireversibil evoluția ecosistemului.

Fitobentosul constituie sursa de hrană pentru animalele fitofage. Fitobentosul litoral este „animatorul" existenței a numeroase populații de animale situate atît pe părțile plantelor aflate în apă cît și pe părțile ieșite deasupra apei. Fitobentosul contribuie la autoepurarea apelor, acțiunea fiind decisivă. Multe alge servesc ca indicatori biologici ai gradului de saprobitate a bazinului lacustru.

Zoobentosul — este format din totalitatea organismelor animale din mîl, nisip etc. sau de pe suprafața acestor substrate, ce îl folosesc ca mediu de viață.

Zoobentosul din zona litorală are în structura sa numeroase specii de scoici, melci, viermi, larve de insecte, crustacei, briozoare, protozoare. Dominante sînt larvele de insecte și moluștele. Principalele moluște de aici sînt scoicile: *Unio, Anodonta, Pisidium, Dreissena, Sphaerium, Monodacna* și

melcii *Theodoxus, Viviparus, Lithoglyphus, Valvata, Bithynia, Succinea, Fagotia, Limnea, Radix, Physa* etc. Se întîlnesc de asemenea numeroase larve de insecte (efemeroptere, odonate, coleoptere, trichoptere, tendipedide, chironomide etc.). Dintre viermi, foarte numeroase sînt speciile de oligochete care se dezvoltă considerabil în zonele cu mult material organic (nu lipsesc specii de *Tubifex, Limnodrilus, Stylaria, Nais, Branchiura, Ophidonais, Clitellio, Ilyodrilus* etc.). Adesea pe suprafața bentosului este întîlnită și specia *Plumatella repens*. Crustaceele sînt reprezentate de cladocere, citățm cladocerul *Ilyocriptus sordidus*, de ostracode, ca de exemplu *Cypridopsis, Darwinula, Candona, Physocypris, Ilyocypris, Heterocypris*, și prin specii de copepode — din genul *Ectinosoma, Nitocrella, Onycocamptus, Nannopus* ș.a. — Alte animale întîlnite în bentosul litoral sînt diferite specii de misidacee, cumacee, isopode, gamaride, hydracarieni. În general biomasa bentonică se ridică la peste 100—200 kg/ha, putînd atinge chiar 300 kg/ha.

În zona profundă zoobentosul are o altă compoziție. Aici sînt întîlnite populații de protozoare, spongieri, briozoare, viermi diferiți (cum sînt rotiferi, nematode, anelide, plathelminți). În bentosul profundal slab oxigenat, se găsesc zoocenoze în care domină chironomidele și viermii *Tubifex*. Asociațiile de organisme din bentosul profundal nu sînt omogene, ci prezintă mari variații în funcție de natura substratului ca și de alți factori care acționează aici. Fiecare facies—argilos, nisipos, mîlo-nisipos, pietros sau mîlos, faciesul organic rezultat din depunerile organice etc.—favorizează formarea unei structuri caracteristice a biocenozei.

Alte organisme animale care se integrează în structura biocenotică a ecosistemului lacustru: *Fauna fitofilă*. Pe tulpinile și frunzele macrofitelor acoperite cu apă se găsesc numeroase populații de animale care se tîrăsc lent în căutare de hrană. Aici pot fi întîlnite diferite specii de melci, unele larve de insecte, unii viermi și alte categorii de animale. Dintre melci, speciile care explorează suprafața macrofitelor sînt: *Limnaea stagnalis, Planorbis planorbis, Planorbis carinatus* și *Acroloxus lacustris*. În lacurile din Ardeal cu multă buruiană este întîlnită frecvent specia *Segmentina nilida*.

Pe fața inferioară a frunzelor plutitoare de nufăr, broscariță etc. se află asociații interesante de animale, printre care larve de chironomide, colonii de briozoare, planarii și melci. Aici este des întîlnit melcul *Ancylus lacustris*. Tot pe fața inferioară a frunzelor plutitoare sînt întîlnite frecvent grămezi gelatinoase cu ouă ale melcilor de apă, ouă de libelule, coconi cafenii de *Glossosiphonia* (lipitoarea melcilor) și larve de fluturi.

Pe partea aeriană a tulpinilor de macrofite și în desișul stufărișului trăiesc numeroase populații de animale nevertebrate și vertebrate. Des întîlnit este melcul *Succinea putris*, care consumă diferite plante, dar în special frunze de nufăr, apoi gîndacul *Donacia* cu mai multe specii (*D. crassipes, D. semicuprea, D. sagittata D. lemnae*), fluturele de stuf *Nonagria*, diferite specii de păianjeni din genurile *Dolomedes, Pirata, Thanatus* care devorează insectele, puricii de frunze *Aphis nymphaeae* ce se hrănesc cu frunzele diferitelor plante, dar mai ales cu cele de nufăr ș.a. Formele larvare ale insectelor menționate trăiesc tot pe seama plantelor de aici. De exemplu larva fluturelui de stuf trăiește în țesutul tijelor de stuf, larva gîndacului *Donacia crassipes* se vîră în mîl și se hrănește cu rizomul și rădăcinile stufului.

Pe malul lacului, în stufărișul din zona litorală trăiesc felurite specii de amfibieni. Unele din ele, așa cum sînt tritonii și salamandrele, sînt acvatice numai în perioada de reproducere (martie—iunie), altele însă sînt permanent

acvatice. Viața lor este legată de apă și mai puțin de mediul terestru. Acestea sînt broaștele buhaiul-de-baltă cu burta galbenă *(Bombina variegata)*, buhaiul-de-baltă cu burta roșie *(Bombina bombina)*, broasca mică de lac *(Rana esculenta)*, broasca mare de lac *(Rana ridibunda)* etc. Se hrănesc cu insecte dar atacă și puietul de pește. O parte din broaștele adulte și larvele lor sînt consumate cu lăcomie de berze, stîrci, chirghițe, șerpi de apă. Reptilele acvatice sînt reprezentate prin broasca țestoasă de apă *(Emys orbicularis)*, șarpele de apă *(Natrix tessellata)* și șarpele de casă *(Natrix natrix)*. Broaștele țestoase vînează noaptea sub apă pești, rîme, diferite insecte acvatice, iar șerpii, în special șarpele de apă, își caută hrana ziua. El pîndește sub apă și vînează broaște, mormoloci, tritoni și pești. Sînt date ce atestă faptul că șarpele de apă din jurul lacului Razelm se hrănește cu guvizi (I. E. Fuhn, 1969).

În desișul stufărișului, în sălciile sau arinii de pe marginea lacului și în malurile înalte ale unor lacuri, mai ales în Delta Dunării și în unele lacuri din zona Brăilei, cuibăresc numeroase specii de păsări care își iau hrana din apă consumînd, după preferință, insecte și larve de insecte, pești, broaște, șerpi, scoici, melci, șoareci și șobolani de apă. Stîrcul cenușiu *(Ardea cinerea)*, stîrcul roșu *(Ardea purpurea)*, stîrcul galben *(Ardea ralloides)*, buhaiul-de-baltă *(Botaurus stellaris)*, rațele sălbatice *(Anas strepera, Aythya ferina* etc.) și babițele *(Pelecanus)* își caută hrana pe funduri puțin adînci. Altele, cum sînt lișița *(Fulica atra)* găinușa de baltă *(Gallinula chloropus)* corcodeiul *(Podiceps cristatus, P. ruficollis)* etc. se cufundă în întregime în apă pentru căutarea hranei. Aici există și numeroase păsări de pradă cum sînt vulturul pescitor *(Pandion haliaëtus)*, eretele de stuf *(Circus aeruginosus)*, vulturul codalb *(Haliaeetus albicilla)* etc. care consumă cu predilecție pește dar mănîncă cu aceeași poftă broaște, șerpi, rațe și alte păsări, mamifere de apă, iepuri și popîndăi.

Tot în desișul stufărișului se găsesc cîteva mamifere de apă. Unele din ele sînt rozătoare, altele sînt carnivore. Dintre acestea menționăm nurca *(Mustela lutreola)* care se hrănește cu diferite animale de apă printre care și păsări, apoi chițcanul-de-apă numit și șoarecele cu bot ascuțit *(Neomys fodiens)* care se hrănește cu mici animale de apă și bizamul *(Fiber zibethicus)* care își sapă galerii în malurile lacului și se hrănește cu plante.

5.1.1.4. INTERRELAȚIA BIOTOP-BIOCENOZĂ

Structura morfo-fiziografică a bazinului lacustru, substratul geologic, suprafața, adîncimea, altitudinea, latitudinea, însușirile fizice și chimice ale apei, clima, curenții, procesele de depunere și eroziune, au mare influență asupra vieții din lacuri. Calitatea biocenozelor, structura lor este determinată de calitatea factorilor abiotici existenți aici, de însușirile biotopului. Biotopul acționează ca un mecanism al selecției naturale. Însușirile lui favorizează instalarea unor specii și împiedică pătrunderea altora. Biocenozele lacurilor cu apă dulce, cu apă salmastră sau sărată se deosebesc între ele prin multe aspecte. Deosebiri fundamentale se fac remarcate și între lacurile cu apă dulce și chiar în interiorul aceluiași bazin în funcție de condițiile de spațiu și timp. Analiza a două lacuri cu apă dulce, situate la altitudini diferite, etalează caractere de diferențiere evidente. Biocenozele lacurilor alpine și subalpine se deosebesc calitativ și cantitativ de cele existente în lacurile colinare, a celor din zona de șes și din deltă. Cauza acestor deosebiri trebuie

căutată în însușirile de ansamblu ale biotopului. Cuvetele lacurilor alpine și subalpine sînt situate pe roci cristaline. Substratul permite dizolvarea a foarte puține săruri. Apa din lac provine din topirea zăpezilor, din ploi și din izvoare subacvatice, care de asemenea aduc în mediu puține săruri. Suspensiile organice sînt într-o foarte mică cantitate. Mineralizarea este redusă. Temperatura apei este în general scăzută. Diferențele de temperatură de la zi la noapte ale mediului înconjurător sînt mari, adesea de 10°C. Toate acestea fac ca în pelagos și în bentos să existe puține specii.

Lacurile de la șes și din deltă sînt bogate în săruri și suspensii organice. Temperatura apei și a mediului înconjurător sînt mult mai ridicate. Aprovizionarea cu apă o fac rîurile sau fluviul Dunărea prin canale sau în timpul viiturilor, aducînd în lacuri foarte multe substanțe minerale necesare dezvoltării vieții. Fundul cuvetelor adesea este acoperit cu detritus. Aceste condiții ale biotopului favorizează existența unor biocenoze diversificate și bogate în specii.

Biocenozele din lacurile montane influențează prin activitatea lor în mai mică măsură biotopul. Ele nu dau naștere la depuneri organice și ca urmare sedimentele organice lipsesc. Organismele vegetale și animale moarte sînt complet mineralizate. Unele din ele suferă acest proces chiar în păturile superioare ale apei și nu mai ajung să cadă pe fundul bazinului. Nu același lucru se întîmplă în lacurile din zona colinară, de la șes și Delta Dunării. Aici depunerile organice sînt în cantitate mare, mai ales în zonele cu macrovegetație abundentă. Acestea neputînd fi mineralizate în întregime, prin acumularea lor an de an, contribuie la colmatarea cuvetelor.

În lacurile Deltei Dunării se formează plaurul — formație vegetală plutitoare care ocupă suprafețe de sute de kilometri pătrați. În alte lacuri din țară macrofitele dau naștere unui plaur cu aspectul unor mici insule plutitoare numite de localnici „năclade" sau „drețuri" formate mai ales din pipirig *(Scirpus lacustris)* și șovar *(Cladium mariscus)*. Năcladele sau dreturile sînt întîlnite în lacul Căldărușani, în lacul Sie de lîngă Gherla etc. Plaurul are mare influență asupra configurației și evoluției biotopului.

Prin activitatea lor biocenozele influențează aspectul general al biotopului și modifică substanțial calitatea lui prin activitatea desfășurată în cadrul unui an. În apa lacurilor cu multă vegetație și cu multe organisme animale există cantități apreciabile de suspensii organice care micșorează transparența. Compoziția chimică a apei se modifică ca urmare a consumării masive de către viețuitoare a unor elemente chimice și acumularea celor neutilizate. Apa în zona depunerilor organice se îmbogățește cu metan, hidrogen sulfurat și bioxid de carbon, care îi schimbă însușirile biotice. Modificarea însușirilor fizice și chimice ale biotopului sînt consecința activității biocenozelor, a organismelor vegetale și animale din cadrul lor. Între biotop și biocenoză există o interdependență, interrelațiile sînt strînse, iar influențele sînt reciproce. Ansamblul acestora sînt reflectate în fizionomia concretă a ecosistemelui.

5.1.1.5. FUNCȚIONAREA ECOSISTEMULUI LACUSTRU

Structura funcțională a ecosistemului. În structura funcțională a ecosistemului lacustru ca în oricare alt ecosistem se disting patru constituenți principali:

— *Substanțe abiotice*, reprezentate prin energia luminoasă incidentă, elemente minerale și compușii lor denumiți nutrienți — azotați și fosfați —, oxigenul dizolvat, apa etc.

— *Producători*, reprezentați prin organisme fotosintetizante și chemosintetizante cu rol în producerea materiei organice. Rolul principal în sinteza materiei organice îl au microfitele din fitoplancton, perifiton, microfitobentos și macrofitele acvatice și palustre.

— *Consumatori*, reprezentați prin microfauna și macrofauna acvatică sau cea aflată în preajma bazinului acvatic și care ingeră hrana produsă în ecosistemul lacustru.

— *Reducători* sau *descompunători* reprezentați de bacterii și ciuperci microscopice au rol în mineralizarea organismelor vegetale și animale moarte, a excretelor provenite din activitatea corporală a viețuitoarelor. Prin activitatea lor redau mediului elementele minerale și nutrienții necesari desfășurării vieții în continuare.

Fiziologia ecosistemului*. Plantele, indiferent de mărimea lor (microfite și macrofite), sînt singurele capabile să transforme materia anorganică (substanțe minerale, apă, CO_2) în materie organică, folosind în acest proces complex energia solară. Viața tuturor animalelor din lacuri depinde direct sau indirect de existența și activitatea fiziologică a plantelor. Materia organică sintetizată de acestea și energia acumulată în ea capătă noi sensuri și valențe prin circulația lor în ecosistem. Totul se desfășoară pe baza unei scheme generale în sensul că fiecare specie prin indivizii săi „devine o verigă în mecanismul de circulație și de transformare a substanțelor și a energiei în biocenoză și ecosistem" (N. Botnariuc, 1967). Legătura trofică dintre specii se concretizează prin existența în ecosistemele lacustre a numeroase lanțuri trofice sau cicluri trofice extrem de complicate, mai ales în zona litorală, iar rețeaua trofică ca tablou general al transferului de materie și energie în cadrul biocenozelor cuprinde complicate fire de legătură orizontale și verticale între diferitele componente populaționale existente în apă și deasupra ei. Lanțurile trofice au 3—4—5 verigi, mai rar se ajunge la 8 sau 10. Ele încep cu cele mai mici plante și se termină cu cele mai mari animale cum sînt: pești, crustacei, păsări, mamifere. Algele microscopice componente ale fitoplanctonului, microfitobentosului, perifitonului sînt valorificate prin nutriție de animalele fitofage iar acestea consumate de animalele carnivore primare. La rîndul lor carnivorele primare sînt consumate de animalele carnivore secundare care se succed în mai multe verigi trofice, ultima formînd-o animalele carnivore terțiare. Plantele mari (macrofitele) sînt și ele integrate în lanțurile trofice. Felurite animale fitofage (larve de insecte, pești, insecte, păsări, mamifere) consumă anumite părți ale lor, iar acestea la rîndul lor, printr-un număr oarecare de indivizi cad pradă animalelor carnivore. Animalele fitofage se integrează în lanțul trofic ca verigă intermediară între plante și consumatorii carnivori.

Resturile organice ale plantelor, plantele moarte și animalele moarte intră în sfera de activitate a reducătorilor (bacterii și ciuperci microscopice) transformîndu-le în elemente și substanțe chimice. Acestea, redevenite în mediu, creează posibilitatea continuării vieții în ecosistem (fig. 15). În apă procesul de creare și de consum al materiei organice se succede continuu și

* Termenul de fiziologie în cadrul ecosistemului are sens figurat prin analogie cu fiziologia unui organism luat ca sistem.

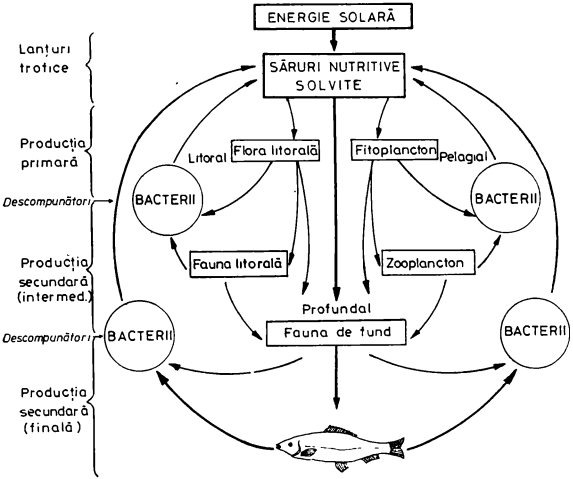


Fig. 15. Schema circuitelor nutritive în lacuri (După C. S. Antonescu, 1967), modificat de C. Pârvu, 1979)

ca urmare producția biologică a bazinelor lacustre este ridicată. Biomasa organismelor constînd din cantitatea totală de organisme pe unitatea de suprafață în bental (m^2, km^2) și la unitatea de volum în placton (m^3, km^3) este, de cele mai multe ori, mare sau foarte mare. Biomasa planctonică și bentonică constituie o rezervă uriașă de hrană care poate fi valorificată de pești. Condiția esențială de valorificare a acestora o constituie existența în bazin a peștilor planctonofagi, bentofagi și fitofagi. Nu toate lacurile din țara noastră posedă asemenea pești. Lacul Babadag, de exemplu, deși are rezerve mari de biomasă planctonică (6,5 cm^3/m^3) și bentică (circa 200 kg/ha) nu este suficient valorificată din cauza absenței aproape totale a speciilor de pești planctonofagi și fitofagi ca și a densității reduse a peștilor bentonofagi (A. Breier, 1976, citat după A. Teodorescu-Leonte și colab., 1966 și V. Leonte, 1971).

În ecosistemele lacustre producția biologică a bazinului este dată de producția primară și de cea secundară. Producția secundară depinde de cea primară. Producția primară este asigurată de fitoplancton, de macrofite, de microfitobentos și componenta vegetală din perifiton. Producția secundară reprezintă substanța organică care ia naștere în organismele heterotrofe ca urmare a consumării plantelor și transformării substanței lor în substanță organică proprie.

Valorile producției primare și secundare variază de la bazin la bazin și în cadrul aceluiași bazin de la un an la altul în funcție de condițiile mediului abiotic.

În cadrul lanțurilor trofice producția primară uneori devine ea însăși verigă finală (este cazul macrofitelor acvatice care nu sînt obișnuit consumate). În general producția primară devine producție secundară.

Toate treptele de transformare a materiei și energiei din ecosistem pot fi considerate ca adevărate mecanisme de producere a substanței organice cu însușiri calitative și cantitative noi. Toate converg spre producția biologică finală a bazinului. Aceasta însă depinde de dinamica efectivului de indivizi ai fiecărei populații a biocenozelor din ecosistem, de ritmul creșterii și dezvoltării lor, de toficitatea și relațiile trofice existente, precum și de factorii abiotici cu rol limitativ al proceselor biologice, cum sînt intensitatea luminii, regimul termic, gazos și salinitatea apei.

Dinamica ecosistemului. Factorii abiotici și biotici ai ecosistemului nu sînt constanți. Ei variază pe parcursul unui an sau chiar în timp de 24 ore. Ritmicitatea factorilor din ecosistem este guvernată de ritmicitatea Universului. Clima se modifică în raport cu poziția Pămîntului față de Soare, iar ritmicitatea zi — noapte este determinată de rotația Pămîntului în jurul axei sale. Asemenea schimbări duc la variate manifestări ale vieții în cadrul ecosistemului lacustru, delimitîndu-se ritmurile circadiene și sezoniere.

Ritmul circadian apare în ecosistemul lacustru ca urmare a ritmicității zi-noapte. În raport cu ritmul circadian unele organisme din ecosistem își desfășoară activitatea ziua, altele noaptea. Plantele autotrofe (macrofite, microfite) își desfășoară activitatea fiziologică de formare a materiei organice numai ziua. Lumina este factorul esențial de stimulare și întreținere a acestui proces. Multe specii de animale își desfășoară activitatea numai ziua, iar noaptea se adăpostesc. Altele își desfășoară activitatea numai noaptea, iar ziua se adăpostesc. Și într-un caz și în altul animale pot fi observate cu ușurință în febrila lor necesitate de a-și rezolva problemele puse în față de către viață.

S-a constatat că migrația pe verticală a planctonului este influențată de alternanța luminii și întunericului. Migrația are loc la anumite ore și este stimulată de o anumită intensitate a luminii. Se creează astfel o succesiune eșalonată în timp pentru depistarea și consumarea hranei. Unele animale din zooplancton (cladocerele, copepodele) urcă la suprafață în amurg iar ziua se retrag în părțile mai adînci ale lacului. Rotiferii în timpul zilei se află din abundență în păturile superficiale ale apei. Peștele *Silurus glanis* (somnul) își vînează animalele cu care se hrănește în timpul nopții. Această „manevră" este impusă de anumite necesități ale vieții cum sînt găsirea unei hrane mai abundente, apărarea de dușmani etc. Urcarea la suprafață în timpul nopții a zooplanctonului pentru a se hrăni este interpretată ca o măsură de prevedere și de apărare împotriva peștilor planctonofagi care își caută hrana ziua.

Reproducerea sexuală a unor animale este dirijată de o anumită lungime a zilei care este caracteristică fiecărei specii. Se știe că rotiferii și cladocerele se înmulțesc în mod obișnuit pe cale partenogenetică. În anumite perioade ale anului corespunzătoare unei anumite lungimi a zilei, apar masculii care fecundează femelele iar acestea produc ouă de rezistență necesare apariției unei viitoare generații cînd condițiile de viață devin favorabile.

În ecosistem, după cum se vede, variațiile ritmice ale intensității luminii concretizate în ritmul circadian determină, la plante și animale, o anumită ritmicitate metabolică, fiziologică și comportamentală.

Ritmul sezonier în ecosistemul lacustru apare în cursul unui an ca urmare a modificării macroclimei. Schimbarea regimului termic, a intensității și duratei luminii, a precipitațiilor, a intensității vînturilor etc. au mare influență asupra modificării caracterelor biotopului și asupra desfășurării vieții în el. Ritmul sezonier se manifestă în fizionomia ecosistemului.

Primăvara este anotimpul de tranziție dintre iarnă și vară. Creșterea succesivă a temperaturii și vînturile determină modificări importante în caracterul ecosistemului lacustru. Podul de gheață se topește, are loc o circulație pe verticală a apei, temperatura, oxigenul și substanțele minerale se uniformizează în întreaga masă a apei, fapte care permit intrarea în activitate a multor organisme aflate în repaus hibernal. În zona litorală macrofitele pornesc la viață. Încep să-și facă apariția multe animale vertebrate, unele ieșite din starea de hibernare, altele venite prin migrație din alte zone ale globului (păsările). În masa apei și pe fundul lacului începe dezvoltarea algelor. Fitoplanctonul și microfitobentosul cresc rapid ca număr de populații și ca număr de indivizi. Animale din zooplancton și din zoobentos își schimbă componența calitativă și cantitativă ca urmare a îmbunătățirii însușirilor mediului de viață printre care intră și sursa de hrană. Majoritatea formelor de viață încep reproducerea în acest sezon al anului.

Vara. Energia solară este intensă. Acumularea căldurii de apele lacului conduce la o stratificare termică. Oxigenarea apei este intensă ca urmare a activității fotosintetizante a producătorilor primari. Plantele și animalele ocupă toate faciesurile biotopului. Macrofitele din zona litorală prin masivitatea lor formează locuri de adăpost și hrană pentru multe animale. Viața macrofitelor își atinge apogeul prin creștere și dezvoltare. Ele produc flori, fructe și semințe. Fitoplanctonul, perifitonul, microfitobentosul sînt bine dezvoltate. Animalele mari și mici din plancton, din bentos etc. au un număr mare de populații, iar activitatea lor este intensă.

Toamna. Vremea începe să se răcească. Multe vieţuitoare ale mediului lacustru se pregătesc pentru iernare. Păsările acvatice părăsesc ecosistemul lacustru, migrînd în alte zone ale globului. Macrofitele emerse încep să se usuce. Cele submerse își continuă viața pînă cînd apa începe să se răcească, apoi cad la fundul bazinului unde sînt descompuse parțial sau total. Planctonul devine sărac în populații și în indivizi în cadrul populațiilor. În masa apei temperatura se uniformizează la 4°C ca urmare a unei intense circulații pe verticală creată de răcirea straturilor superioare ale apei.

Iarna. Temperatura scăzută sau foarte scăzută are influență asupra ecosistemului. Apa se stratifică termic pe verticală. La suprafața lacului se formează podul de gheață. Majoritatea animalelor se află în stare de hibernare. Planctonul și bentosul sînt formate din puține specii de alge și animale. Peștii sînt singurii care mai fac mișcări liniștite în zonele mai adînci.

Succesiuni ecologice:. Procesele de viață modifică în decursul timpului starea morfologică a bazinului. În cadrul dinamicii ecosistemului apar și fenomene ireversibile de transformare a lacului în baltă, mlaștină și uscat. Succesiunile ecologice și evoluția ecosistemului prin transformarea lui dintr-un ecosistem acvatic în unul terestru sînt consecința activității vieţuitoarelor. Acumulările organice (mai puțin cele minerale) duc în mod inevitabil la micșorarea suprafeței și adîncimii lacurilor. Procesul de colmatare organică se desfășoară în două moduri. Macrofitele formează an de an depozite pe fundul apelor — mai ales în zona litorală — depozite care facilitează înaintarea

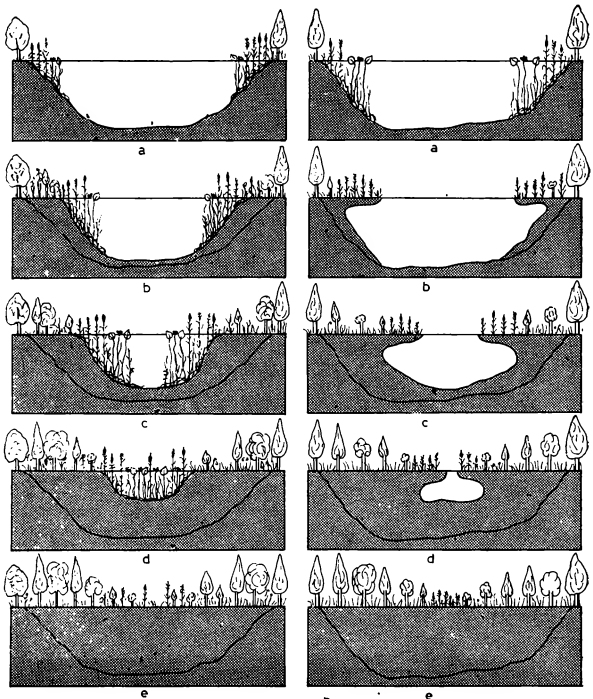


Fig. 16. A. Evoluția în timp a unui lac din zona de șes sau deal:

a. lac cu aspect normal; *b.* procesul de colmatare micșorează suprafața și adîncimea lacului; *c.* micșorarea adîncimii favorizează instalarea pe întregul fund a vegetației macrofite care contribuie la grăbirea colmatării cuvetei; *d.* gradul înaintat de colmatare aduce lacul în faza de baltă sau mlaștină; *e.* prin colmatare lacul devine cu timpul un teren uscat pe care se instalează o floră și faună asemănătoare celor din jur

B. Evoluția în timp a unui lac în zona montană:

a. aspectul ipotetic al cuvetei unui lac format în zona montană; *b.* formarea plaurului de către plantele vasculare și muchi care înaintează pe luciul apei, colmatînd spațiul acvatic de sub el; *c.* plaurul format delimitează din suprafața fostului lac un mic ochi de apă; *d.* ochiul de apă își micșorează suprafața și adîncimea pînă cînd cu timpul dispare; *e.* în cuveta lacului colmatată se instalează o mlaștină oligotrofă (original)

ţărmului în interiorul lacului micşorîndu-i suprafaţa şi adîncimea (fig. 16 A). Cu timpul lacul ajunge în faza de baltă, apoi mlaştină şi, în cele din urmă, devine mediu terestru. În alte situaţii de la marginea lacurilor se formează peste oglinda de apă un plaur de ţărm care înaintează treptat, ocupînd şi colmatînd lacurile ca urmare a depunerilor organice (fig. 16 B). Acest aspect este întîlnit în unităţile lacustre din zona montană, din Delta Dunării. Plaurul format în lacurile din zona montană se datoreşte macrovegetaţiei ierboase din care nu lipsesc speciile de *Carex*, *Menyanthes* şi muşchiul de turbă *(Sphagnum)*. În Delta Dunării plaurul este creat de rizomii stufărişului ce formează un adevărat pod peste mari întinderi de apă. Colmatarea lacurilor din deltă sau din preajma Dunării este sprijinită şi de aluviunile aduse de viituri.

Fenomenele de colmatare a unităţilor lacustre duc la înlocuirea ecosistemului acvatic cu cel terestru.

5.1.2. BALTA

Asupra bălţii ca unitate acvatică s-au purtat şi se poartă numeroase discuţii între geografi şi hidrobiologi. Geografii specializaţi în cercetarea apelor susţin că „noţiunea de baltă, ca termen de specialitate nu are corespondent în nici o limbă străină de mare circulaţie" (P. Gîştescu, 1971). În lucrarea „Lacurile din România" P. Gîştescu aduce argumente în acest sens citînd o serie de consideraţii publicate de oamenii de ştiinţă de renume cum sînt: G. Murgoci, G. Vâlsan, C. Brătescu, Emm de Martonne, I. Conea etc. În concepţia lui G. Murgoci (1907) balta este privită „ca o vastă regiune supusă, în special primăvara, inundaţiilor, în restul timpului fiind presărată cu lacuri puţin adînci şi braţe părăsite." Murgoci defineşte ca baltă biomul zonei inundabile. P. Gîştescu sesizînd aceasta atrage atenţia a nu se confunda lacurile de luncă cu toponimul de „baltă" care este în fond o creaţie a poporului român.

Biologii consideră că „balta este o formaţiune de apă mult asemănătoare cu lacul" (E. A. Pora, L. Oros, 1974). Noţiunea de baltă este atribuită nu unei vaste regiuni inundabile sau inundate ci unor bazine acvatice permanente sau temporare cu adîncime relativ mică ce favorizează dezvoltarea unei vegetaţii subacvatice şi palustre , cu o variabilitate mare a factorilor fizico-chimici şi fără o stratificaţie termică. În lumina acestor consideraţii se apreciază că „bălţile sînt răspîndite în toate zonele geografice ale globului, dar cele mai numeroase se găsesc în luncile inundabile şi deltele fluviilor" (E. A. Pora, L. Oros, 1974).

Aceste unităţi acvatice de „lacuri cu adîncime mică" după geografi sau de „bălţi" după biologi (fig. 17) sînt ecosisteme veritabile ale căror însuşiri abiotice şi biotice întrunesc caractere particulare faţă de cele ale lacurilor mari

5.1.2.1 FACTORI DE MEDIU

Suprafaţa bălţilor este variabilă în timp şi spaţiu (se poate ajunge şi la cîteva sute de hectare). Adîncimea relativ mică permite instalarea macrovegetaţiei pe întregul fund al cuvetei.

Factori fizici: *Alimentarea cu apă* a bălţilor este realizată de apele curgătoare permanent sau temporar, în timpul inundaţiilor de primăvară, de izvoare subacvatice şi de precipitaţii. Bălţile din zonele de deal şi de podiş instalate pe firul văilor sînt alimentate de izvoare subacvatice şi de precipitaţii. Cele

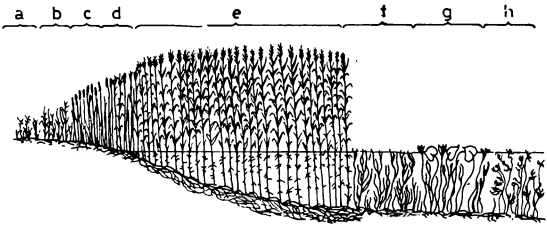


Fig. 17. Aspectul general al bălții:
a. Caricetum. b. Scirpetum; c. Typhaetum; d. Typhaetum — Phragmitetum; e. Phragmitetum; f. Potamogdonetum; g. Nupharetum; h. Characetum

din lunca inundabilă și din deltă sînt alimentate de apa curgătoare și de precipitații.

Pierderile apei din bălți se produc prin evaporație, infiltrație, scurgere superficială și consum biologic. Pierderile de apă cele mai importante se datoresc evaporației.

Oscilațiile de nivel sînt mari atît pentru bălțile ce au legătură cu apele curgătoare cît și pentru cele izolate. Nivelul apei în bălțile din luncile inundabile și din deltă se ridică odată cu creșterea debitului apei curgătoare. Acest lucru se întîmplă mai ales primăvara. Nivelul lor scade către toamnă, unele dintre ele ajungînd să sece complet. Bălțile izolate, fără legătură cu apele curgătoare își măresc nivelul în timpul primăverii ca urmare a topirii zăpezilor și a ploilor abundente și scade apoi către vară și toamnă. Aici scăderea cantității de apă are repercusiuni asupra concentrației în săruri.

Culoarea apei variază în cursul anului. Ea este influențată de suspensiile organice și minerale, de precipitații, de inundații. Apa bălților poate fi incoloră pînă la galbenă sau trece în galbenă-verzuie în timpul înmulțirii exagerate a unor alge microscopice.

Termica apei este diferită față de a lacurilor adînci. Balta nu prezintă o pătură a saltului termic și ca urmare aici nu există o zonare a apei corespunzătoare celei din lacurile mari unde se disting epilimnionul, metalimnionul, hipolimnionul. Oscilațiile termice sezoniere și cele diurne se resimt pe toată grosimea apei. În timpul zilei și anume la amiază apare în bălți o ușoară stratificație termică directă (temperatura este mai ridicată la suprafață și scade din ce în ce către fund). Seara, ca urmare a răcirii temperaturii mediului înconjurător se produce o răcire a apei la suprafață. Apa devine mai grea și coboară pînă la nivelul unde întîlnește apa cu o temperatură și greutate corespunzătoare. Locul păturii de apă coborîte este luat de una mai caldă și mai ușoară. Procesul se repetă în cursul nopții pînă cînd se uniformizează temperatura pe întreaga grosime a apei. Curenții verticali creați produc în timpul nopții o amestecare completă a apei. În iernile foarte geroase apa bălților poate îngheța pînă la fund. În iernile obișnuite se formează la suprafața apei un pod de ghcață gros de 20—30 cm.

Tensiunea superficială este identică cu cea a lacurilor din zona litorală.

Factorii chimici. Compoziția chimică a apei din bălți variază în cursul anului. Ea este influențată de sursa de alimentare cu apă, de consumul biologic

şi de evaporaţie. Apa sosită în bazin din inundaţii sau din precipitaţiile scurse pe versanţi sau de pe solurile riverane transportă în bazin substanţe chimice dizolvate care îmbogăţeşte apa în elemente şi substanţe chimice necesare desfăşurării proceselor de viaţă. Consumul biologic al unor elemente chimice efectuat de organisme, eliminarea de către acestea în mediul acvatic a excretelor şi a altor substanţe schimbă compoziţia chimică pe parcursul anului. Evaporaţia apei determină o creştere cantitativă a sulfaţilor şi clorurilor. Chimismul apei din primăvară este cu totul modificat în vară şi toamnă.

Reacţia ionică a apei (pH-ul) este în general alcalină. Excepţie de la această regulă fac bălţile din pădure unde pH-ul este acid. Reacţia ionică acidă se datoreşte acizilor humici care sînt aduşi în bazin de apa precipitaţiilor scursă pe solul pădurii. Diferenţe de pH se înregistrează chiar în cadrul aceluiaşi bazin în timp de 24 ore. Noaptea, apa bălţilor cu caracter alcalin, poate deveni slab acidă din cauza acumulării în bazin a CO_2 rezultat din respiraţia animalelor şi plantelor. Ziua consumul intens al CO_2 de procesul de fotosinteză făcut de toate plantele autotrofe modifică reacţia ionică, ia devenind alcalină.

Gazele solvite din apă sînt CO_2, O_2, CH_4, H_2S etc. Conţinutul cantitativ în gaze solvite se schimbă pe parcursul a 24 ore. Noaptea cantitatea de bioxid de carbon creşte iar cel de oxigen scade. Cauza acestor schimbări de raporturi constă în consumul oxigenului de către organisme şi eliminarea bioxidului de carbon. Ziua procesul de fotosinteză îmbogăţeşte apa în oxigen şi consumă bioxidul de carbon necesar sintezei substanţelor organice.

În timpul zilei cantitatea de oxigen scade cu adîncimea. La suprafaţă apa este suprasaturată în O_2 iar la fund poate exista un deficit accentuat al acestui gaz. Scăderea cantitativă a oxigenului se datoreşte utilizării lui de către bacterii în activitatea lor de descompunere a materiilor organice.

Gazul metan şi hidrogenul sulfurat se acumulează pe fundul bălţilor, acolo unde există procese intense de putrefacţie.

Curenţii verticali ce apar în apă în timp de 24 ore şi curenţii de aer provoacă o aerisire permanentă a apei din bălţi, omogenizînd conţinutul lor în oxigen.

5.1.2.2. BIOCENOZELE BĂLŢILOR

În bălţi viaţa întruneşte alte caractere faţă de cea existentă în lacurile mari. În **bălţile temporare** majoritatea organismelor pier sau trec în forme de rezistenţă înainte de dispariţia apei. Factorul limitant, care guvernează această stare de fapt, constă în concentraţia mereu crescîndă a sărurilor. „Dispariţia" vieţii este numai temporară pentru că, la umplerea cu apă a cuvetei, viaţa prin diferite specii de organisme ce apar imediat, reintră în normal. Organismele care populează asemenea bazine au adaptări corespunzătoare de rezistenţă la condiţii nefavorabile de uscăciune. Multe din organismele animale, cum sînt unii melci branhiaţi, unele hirudinee şi cîteva specii de peşti se retrag în mîlul de pe fundul bălţii (C. S. Antonescu, 1967). Alte organisme îşi elaborează un înveliş mucos de protecţie aşa cum fac viermii turbelariaţi, nematodele şi hirudineele. La copepode corpul este învelit într-o secreţie produsă de anumite glande. Unele organisme, aşa cum sînt rotiferii, cladocerele şi chiar nematodele elaborează ouă de rezistenţă pentru perpetuarea speciilor cînd condiţiile de viaţă devin favorabile. Spongierii şi briozoarele produc germeni durabili cum sînt gemulele la spongieri şi statoblastele la briozoare.

Organismele vegetale şi animale care populează biotopul bălţilor temporare au adaptări corespunzătoare de a rezista la condiţiile critice prin care trece ecosistemul în anumite perioade ale anului, mai ales vara pe timp de secetă.

Bălţile permanente au forme de viaţă adaptate condiţiilor existente în fiecare bazin.

Pelagosul şi bentonul din bălţi sînt în mare măsură asemănătoare celor din zona litorală a lacului.

N e u s t o n u l — este bine reprezentat în majoritatea bălţilor. Pe suprafaţa apei (epineuston) îşi desfăşoară activitatea fugăi, gîndacul *Gyrinus*, colembolele şi purecii de apă. Fiecare grup din aceste animale îşi manifestă într-un mod caracteristic sistemul de căutare a hranei. Colembolele şi purecii sar sacadat pe suprafaţa apei, gîndacul *Gyrinus* descrie cercuri regulate în mare viteză, fugăii alcargă în diferite sensuri cu eleganţa unui patinator. Pe alocuri este întîlnit şi pleustonul format din diferite specii de lintiţă asociate sau nu cu peştişoara şi cu iarba broaştei. În pelicula de apă şi pe faţa ei inferioară (hiponeuston) se găsesc numeroase populaţii de alge din genul *Chlamydomonas*, *Haematococcus*, *Chromulina*. Tot aici se găsesc diferite specii de euglene, rotifere, larve de insecte etc.

P l a n c t o n u l — numit heleoplancton este format dintr-un amestec de plancton litoral şi pelagic. Aspectul general al bălţii constînd în luciuri de apă acoperite cu vegetaţie, în luciuri curate de apă dar cu o bogată vegetaţie subacvatică, în luciuri de apă unde vegetaţia subacvatică este slab reprezentată, favorizează dezvoltarea în masa apei a unui plancton cu forme tipice de litoral şi altele de pelagial. Amestecul de specii este întîlnit atît la fitoplancton cît şi la zooplancton.

— *Fitoplanctonul* cuprinde alge cianoficee, diatomee, cloroficee, şi fitoflagelate. Fitoplancterii diferă calitativ şi cantitativ de la o baltă la alta. Totuşi s-a constatat că unele specii de alge constituie un component aproape constant al bălţilor din România. Comune bălţilor sînt multe specii ce aparţin genurilor *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* şi *Merismopedia*, dintre cianoficee *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Volvox*, dintre algele cloroficee şi *Asterionella*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Navicula*, *Synedra*, din diatomee. Numărul algelor din fitoplanctonul bălţilor este de ordinul milioanelor la m^3. În unele bălţi au fost puse în evidenţă peste 600 milioane expl./m^3 la diatomee, peste 300 milioane expl./m^3 cianoficee şi peste 400 milioane expl./m^3 cloroficee (E. P r u n e s c u-A r i o n, 1967). În bălţi se întîlneşte adesea fenomenul de înflorirea apei.

— *Zooplanctonul* este format din numeroase specii de rotiferi, cladocere, copepode, protozoare. Cu caracter facultativ în plancton se pot găsi şi larve mici ale diferitelor grupe de animale nevertebrate. Speciile care domină numeric în zooplancton sînt rotiferii şi protozoarele. Cladocerele şi copepodele sînt în număr mai scăzut. De cele mai multe ori ordinea valorii dominanţei numerice este cu aproximaţie de 60—65% rotiferi, 18—20% cladocere, 16—17% copepode. Cu toate acestea, dominante din punct de vedere al biomasei sînt copepodele şi cladocerele.

În zooplanctonul bălţii puţine specii au o continuitate în timp. Condiţiile de mediu şi periodicitatea unor forme fac ca structura zooplanctonului să varieze în cursul unui an.

Nectonul este format din numeroase specii de insecte acvatice. *(Hydrous, Dytiscus, Cibister, Hydrophilus)* etc., din peşti, amfibieni, broaşte ţestoase,

şerpi. În bălţi adevăratul necton îl formează insectele acvatice şi peştii. În unele bălţi peştii lipsesc. Aici nectonul este compus în principal din insectele acvatice care îşi desfăşoară viaţa sub apă, din unele hirudiene care înoată în masa apei în căutare de hrană şi din broaşte.

Peştii din bălţi sînt reprezentaţi prin diferite specii printre care: caracuda *(Carassius carassius)*, plătica *(Abramis brama danubii)*, roşioara *(Scardinus erythrophthalmus)*, linul *(Tinca tinca)*, fufa sau plcava *(Leucaspius delineatus)*, bibanul *(Perca fluviatilis)*, ştiuca *(Esox lucius)* etc.

Amfibienii sînt forme nectonice permanente sau temporare. Unii amfibieni cum sînt salamadra *(Salamandra salamandra)* şi tritonii *(Triturus cristatus, T. vulgaris, T. alpestris)* devin forme nectonice numai în perioada reproducerii. Salamandrele îşi depun larvele în apă iar acestea se servesc de mediul acvatic timp de 2—3 luni cînd devin forme adulte, după care trec pe uscat. Ele sînt întîlnite în bălţile din zona deluroasă şi munte. Bălţile sînt nelipsite de broaşte. Aici se întîlnesc specii ca broasca mică de lac *(Rana esculenta)*, broasca mare de lac *(Rana ridibunda)* şi într-o măsură mai mică specii ale buhaiului-de-baltă *(Bombina bombina* şi *Bombina variegata)*.

Dintre reptilele ce pot fi întîlnite în bălţi amintim broasca ţestoasă de apă *(Emys orbicularis)*, şarpele de apă *(Natrix tessellata)* şi şarpele de casă *(Natrix natrix)*.

În bălţile din Delta Dunării şi în unele bălţi din zona unor ape curgătoare se găsesc diferite specii de păsări care înoată deasupra apei şi îşi procură hrana din ea. Aşa sînt raţele sălbatice, lişiţele, corcodelul etc. Alte păsări cum sînt stîrcii şi berzele vînează în zonele cu apă foarte mică.

Pe fundul bălţilor, în **bentos** sînt numeroase şi variate asociaţii de organisme vegetale, animale şi microorganisme.

— *Fitobentosul* este bine dezvoltat pe întreaga suprafaţă a fundului bălţii. El se compune din *macrofitobentos*, *microfitobentos* şi *perifiton*.

Macrofitobentosul este compus din diferite specii de plante prinse de fundul bălţilor. La marginea bălţii se formează o centură de macrofite în care domină specii ale florei dure. De aici sînt nelipsite speciile de rogoz, pipirig, stuf şi papură. Bălţile din pădure, mai ales cele din zona deluroasă şi podiş, au o centură de plante în care se găsesc cu preponderenţă specii de buzdugan *(Sparganium)*, răchitan *(Lythrum)*, pipirig *(Juncus)*, papură *(Typha)*, stuf *(Phragmites)*. Structura vegetaţiei de la marginea bălţilor variază de la un biotop la altul. Desişurile formate de macrofite constituie un adăpost bun pentru multe păsări şi alte animale de baltă.

După centura de macrofite, în majoritatea bălţilor se găsesc specii de limba broaştei *(Alisma plantago-aquatica)*, stînjenelul-de-baltă *(Iris pseudacorus)*, ciulinul-de-baltă *(Trapa natans)*, săgeata apei *(Sagittaria sagittifolia)*, broscariţa *(Potamogeton natans)*, nufărul alb *(Nymphaea alba)*, nufărul galben *(Nuphar luteum)* etc. Cu aceste specii şi cu cele din centură se asociază specii de lintiţă *(Lemna)*, peştişoară *(Salvinia)* şi iarba broaştei *(Hydrocharis)* formînd de multe ori un pod vegetal plutitor. Ultimele trei specii nu intră în structura bentosului dar sînt componente ale asociaţiilor vegetale macrofitice prinse de substrat.

În bălţi se găsesc numeroase macrofite subacvatice. Cele mai comune sînt mărarul-de-baltă *(Potamogeton pectinatus)*, paşa *(Potamogeton crispus)*-brădişul *(Myriophyllum spicatum* şi *M. verticillatum)*. Sînt întîlnite de ase, menea specii de *Chara*, alge mari, care formează un covor compact pe suprafaţa fundului bălţilor.

Microfitobentosul este bine reprezentat în bălți. El ocupă întreaga suprafață a fundului cu excepția locurilor unde pe luciul apei se află pod vegetal compact și permanent de lintiță. În structura microfitobentosului se găsesc specii de alge silicioase (diatomee), alge albastre-verzi (cianoficee) și alge verzi (clorocficee). Dominante din punct de vedere al numărului de populații (specii) sînt algele silicioase. Numărul cel mai mare de indivizi în cadrul populațiilor, este întîlnit tot la algele silicioase, mai ales în sezonul rece.

Perifitonul, format din alge silicioase și alge verzi microscopice este o componentă permanentă a cenozei bentonice. În asociațiile perifitice se întîlnesc și specii de alge albastre-verzui. Ele se fixează pe organele plantelor mari, acoperite cu apă. Stratul de alge ce îmbracă tulpinile și frunzele macrofitelor din apă este însoțit și de fauna animalelor epibionte, din care nu lipsesc hidrele, briozoarele și spongierii.

— *Zoobentosul*. Fauna bentonică este formată din numeroase specii de organisme fixe, care se îngroapă în mîl și tîrîtoare. Aici se găsesc numeroase specii de spongieri, briozoare, melci, viermi anelizi, nematozi și planarii, diferite specii de scoici, crustacei, larve de insecte etc. Multe din ele au fost amintite la fauna bentonică din zona litorală a lacurilor. Animalele tîrîtoare de fund, ce intră în componența bentosului, migrează activ în cursul anului de la un loc la altul al bălții în căutarea hranei sau a unor condiții mai bune de viață.

5.1.2.3. INTERRELAȚIA BIOTOP-BIOCENOZĂ

Între însușirile biotopului și biocenozele bălții există interrelații bine conturate. Biotopul, prin factorii săi abiotici specifici fiecărui bazin, influențează viața biocenozelor. Adîncimea mică, oscilațiile termice zi—noapte ce cuprind întreaga masă a apei, oscilațiile termice sezoniere, agitarea pe verticală a apei în cursul a 24 de ore, ca urmare a curenților de convecție, uniformizarea chimică permanentă a apei, au influență asupra dezvoltării biocenozelor. La rîndul lor biocenozele, prin activitatea populațiilor, produc modificarea însușirilor biotopului și cu timpul evoluția ecosistemului. În timpul zilei cantitatea de oxigen solvit din apă crește, de multe ori devine suprasaturată ca urmare a activității fotosintetizante a plantelor. Macrofitele palustre cu tulpina în apă, macrofitele acvatice natante și cele submerse, algele din fitoplancton, microfitobental și perifiton funcționează ca adevărate uzine de eliberare în apă a oxigenului și de consum al bioxidului de carbon folosit în sintezele organice. În timpul nopții concentrația în oxigen din apă scade ca urmare a consumării lui de către toate organismele acvatice și crește foarte mult concentrația bioxidului de carbon. Resturile organice ale biocenozelor, organismele moarte sînt descompuse de microorganisme, iar elementele chimice sînt redate biotopului. Totuși, dezvoltarea exagerată a macrovegetației determină an de an acumulări organice, fapt ce duce la transformarea bălții în mlaștină. Activitatea biocenozelor produce modificarea biotopului și evoluția în consecință a ecosistemului de la un anumit tip de ecosistem acvatic la altul, de la baltă la mlaștină.

Structura și funcționarea ecosistemului de baltă sînt asemănătoare ecosistemului lacustru.

5.1.2.4. DINAMICA ECOSISTEMULUI

Ritmul circadian este asemănător celui din zona litorală a lacurilor. Plantele fotosintetizante găsesc condiții optime de viață în biotop. De acti-

vitatea lor depinde activitatea multor organisme animale din ecosistem. În timpul zilei, pe timp liniștit, se observă o stratificare a planctonului. Fitoplancterii din grupul volvocalelor preferă pătura superioară a apei, iar infuzorii pe cea mai din adînc. Tot în timpul zilei se observă migrații ale cladocerelor spre locurile umbrite de frunzele macrofitelor plutitoare și ale algelor flagelate care urcă spre suprafață; alte grupe de organisme animale componente ale zooplanctonului urcă noaptea. Așa sînt de exemplu *Bosmina*, *Filinia*, care vin numai noaptea la suprafața apei.

În timpul zilei majoritatea organismelor din ecosistem se află în plină activitate. Noaptea activitatea este scăzută și aparține speciilor nocturne.

Ritmul sezonier. Modificările climei duc la modificări ale activității și fiziologiei ecosistemului.

Primăvara podul de gheață format în timpul iernii se topește. Apa se încălzește și începe circulația pe verticală sub influența curenților de convecție. Sărurile minerale rezultate din descompunere și concentrate în straturile inferioare ale apei sînt uniformizate în întreaga grosime a ei. Temperatura favorabilă și bogăția în elemente chimice stimulează începerea activității plantelor și odată cu ele a animalelor. Primele forme fotosintetizante instalate în bazin sînt microfitele; macrofitele apar mai tîrziu. Primăvara se cunosc adesea fenomene de „înflorire", a apei ca urmare a înmulțirii exagerate a unor alge. În bălțile dunărene și în cele din deltă sosesc păsările acvatice migratoare. Multe specii de pești pătrund din Dunăre în bălți pentru că acestea le oferă condiții optime de reproducere și hrană.

Vara activitatea în ecosistem se află în plinătatea sa. Macrovegetația și microvegetația sînt bine dezvoltate. Fauna planctonică, nectonică, bentonică etc. este la fel de complexă ca și complexitatea biocenotică a plantelor. Acum se constată variații mari de oxigenare a apei în timpul zilei și de dezoxigenare în timpul nopții.

Toamna fizionomia de ansamblu a ecosistemului se schimbă. Macrofitele încep să se usuce, fenomen care se continuă pînă la instalarea anotimpului rece al iernii. Peștii din bălți se retrag pentru iernat în apele curgătoare. În bălțile care nu au legătură cu apele curgătoare se retrag pentru iernare în locurile mai adînci. Păsările acvatice migratoare pleacă spre alte locuri de iernat. Restul animalelor (broaște, șerpi, crustacei, insecte etc.) se pregătesc pentru sezonul rece. Unele își aleg locurile pentru hibernare, altele se închistează sau elaborează ouă durabile.

Iarna aduce asupra bălții multă monotonie. Scăderea temperaturii duce la înghețarea apei; se formează peste baltă un pod de gheață. Iernile foarte geroase fac ca apa bălților puțin adînci să înghețe pînă la fund. În bălțile cu multă vegetație și acoperite cu pod de gheață se creează un mare deficit de oxigen ca urmare a intrării în putrefacție a plantelor. Acest fenomen are influență negativă asupra vieții animalelor din bazin. În bălțile cu stratul de gheață mai subțire ce permite difuzarea luminii în apă, are loc activitatea fotosintetizantă a fitoplanctonului, fapt ce echilibrează situația.

Succesiunea ecologică. O baltă cu timpul devine mlaștină. Mecanismul colmatării se poate vedea în figura 16B.

5.1.3. MLAȘTINA

Din punct de vedere ecologic mlaștina este „o formațiune biogeografică acvatică neaerisită ale cărei plante în loc să putrezească sau să se mineralizeze

după moarte se turbifică, aglomerîndu-se în cele din urmă la fund sub formă de zăcămînt turbos". (E. P o p, 1960).

Caracterul hidrobiocecologic al mlaştinii este bine conturat. În unele situaţii ea reprezintă elementul intermediar între uscat şi unităţile acvatice. Lacurile şi bălţile adesea au o zonă mlăştinoasă la margine, unde dominante sînt macrofitele acvatice şi palustre.

Suprafaţa mlaştinilor se cifrează pe glob la aproximativ 350 milioane hectare. În ţara noastră există peste 440 mlaştini, totalizînd o suprafaţă de aproximativ 7 000 ha.

5.1.3.1. GENEZA MLAŞTINILOR

Mlaştinile se formează în depresiuni ale golului unde apele freatice sînt la mică adîncime şi unde iniţial apare un exces de umiditate. Ele iau naştere de obicei în cuveta fostelor lacuri, sau pe terenurile de alunecare unde se creează depresiuni largi şi puţin adînci în care se adună apă stagnantă potrivită pentru înmlăştiniri. Mlaştinile se mai formează pe terenuri ocupate anterior de păduri sau lunci sau pe terenuri împădurite, unde există un exces de umiditate la suprafaţa unui sol impermeabil şi lipsit de scurgere superficială în condiţiile unui climat cu umiditate abundentă şi evaporaţie scăzută, precum şi la locul de ieşire a unor izvoare care întreţin, permanent sau temporar condiţiile unei înmlăştiniri. Însuşirile biotopului favorizează instalarea unei vegetaţii higrofile şi, legat de ea, a animalelor caracteristice biocenozelor din cadrul unor asemenea ecosisteme. În România mlaştinile sînt întîlnite pe văile şi luncile rîurilor, în lunca Dunării, şi Delta Dunării, pe versantele dealurilor şi munţilor, pe interfluvii şi podişuri.

5.1.3.2. TIPURI DE MLAŞTINI

S-a stabilit existenţa a trei tipuri de mlaştini: eutrofe, mezotrofe şi oligotrofe. Mlaştinile mezotrofe sînt forme de trecere sau intermediare între cele eutrofe şi oligotrofe. Criteriul de diferenţiere îl dau substanţele solvite, vegetaţia şi sursa de alimentare cu apă.

Mlaştina eutrofă. La noi în ţară mlaştinile eutrofe se află cantonate pe văile apelor curgătoare, în depresiuni intramontane, colinare şi de şes. Mlaştini eutrofe tipice sînt întîlnite pe văile Someşului, Crasnei, Siretului, Prutului, Călmăţuiului, pe valea Dunării şi în Delta Dunării, în depresiunile Giurgeu, Ciuc, Ţara Bîrsei, Făgăraş ş.a. Mlaştina eutrofă nu are un nume popular adecvat şi exclusiv, ci comportă denumiri regionale date de oamenii locului. Ea este numită *bahnă* în nordul Moldovei, *mociră* în ţinuturile Maramureş şi Baia Mare, *mîrşiţă* în unele părţi din Munţii Apuseni, *ploştină* în sudul Transilvaniei şi nordul Olteniei, *rogoaze* în ţara Bîrsei. În alte părţi denumirile sînt mai vagi ca smîrc, tău, lac, baltă, crîng, roghină, marghilă, berc etc.

În urma studiilor efectuate, E m i l P o p (1960) stabileşte regiunile de mlaştini eutrofe din România (fig. 18). El consideră regiuni de mlaştini acele ţinuturi limitate din ţară, unde se regăsesc mlaştini continui de mari întinderi, sau grupuri de mlaştini apropiate, cu sau fără legătură între ele. Regiunea de mlaştini îşi datoreşte existenţa unui complex de condiţii locale, determinante sau favorizante. *

Biotopul. Substratul geologic pe care se formează mlaştinile eutrofe este diferit. Solurile de sub mlaştină şi cele din preajma lor diferă în funcţie de zona latitudinală şi altitudinală.

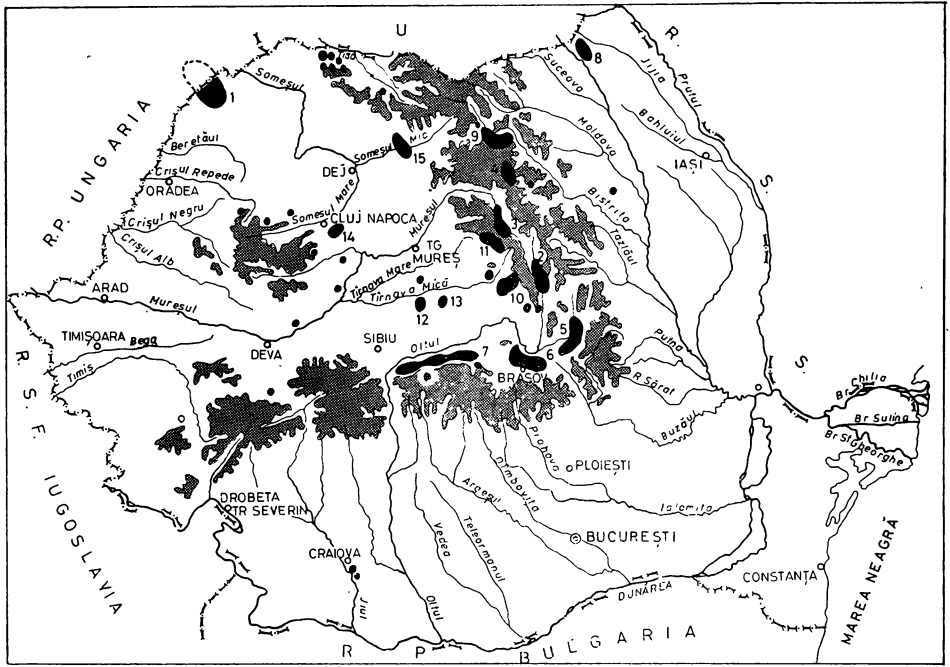


Fig. 18. Regiunile de mlaştini cutrofe din R.S.R.:

1. Bazinul Crasnei; *2.* Bazinul Ciucului; *3.* Bazinul Gheorgheni; *3.* Regiunea Drăgoiasa-Bilbor-Borsec; *5.* Bazinul Trei Scaune; *6.* Depresiunea Bîrsei; *7.* Bazinul Oltului făgărăşean *8.* Lunca Bahnei la Dersca şi Lozna; *9.* Bahnele din bazinul Dornei; *10.* Poalele Harghitei; *11.* Platoul vulcanic Praid-Deuluj; *12.* Rorele de lîngă Agnita; *13.* Terenurile de alunecare la Sars' *14.* Mlaştinile cutrofe şi de trecere de la Sălicea (Cluj) *15.* Mlaştinile de pe terenurile de alunecare de la Mînăştea şi Zagra Nemuncuşului mlaştini izolate (Dupa P. Pop, 1960).

Alimentarea cu apă se face prin precipitații atmosferice, scurgerea apei de pe versanți, izvoare de suprafață sau subacvatice și prin inundații cînd apele curgătoare ies din matcă și invadează terenurile din jur.

În mlaștină apa se află sub formă de *apă liberă* sau sub formă de *apă legată de turbă*. Apa legată de zăcămîntul turbos se află sub formă de *apă capilară* care circulă prin interstițiile turbinei, *apa coloidală* ce face parte din amestecul coloidal al turbei, *apa osmotică* aflată în interiorul celulelor vegetale nedistruse dar mumifiate și *apa de hidratare* care intră în compoziția turbei ca orice compus chimic. (I. Pisota, I. Buta, 1975). Apa liberă se află sub formă de lăculețe sau rîulețe permanente. Rîuleţele sînt drenate adesea de apele curgătoare din apropiere. Lăculețele își au sălaș în microdepresiunile existente în turba mlaștinii. În unele situații întreaga suprafață a mlaștinii poate fi acoperită cu apă dat fiind existența ei sub nivelul general al reliefului local și al pînzei de apă freatică.

Oscilațiile de nivel depind de factori abiotici și biotici. Consumul biologic și evaporația din timpul verii fac ca nivelul apei să scadă. Primăvara și toamna precipitațiile abundente și consumul biologic scăzut sau foarte scăzut ridică nivelul apei.

Culoarea apei variază în cursul unui an de la incolor la galbenă, galben-verzuie sau galbenă-brună.

Temperatura apei urmărește în mod fidel variațiile termice ale atmosferei. Iarna, avînd adîncime mică, îngheață pe întreaga grosime.

Coeficientul de infiltrație al apei în turbă este 50—80 cm/s în stratul superficial cuprins între 0,4—1 m grosime și de 0,01—0,02 m/s sub această adîncime. În stratul profund turba este bine tasată, fapt ce micșorează substanțial coeficientul de infiltrație. În păturile superficiale turba în formare, bogată în tulpini ale păioaselor, facilitează o creștere substanțială a coeficientului de infiltrație.

Apa mlaștinilor eutrofe este relativ bogată în săruri minerale (3—5 mg/l) favorizînd dezvoltarea unei vegetații macrofitice de baltă. Reacția ionică a apei (pH-ul) este acidă, slab acidă sau neutră. De multe ori pH-ul variază în cursul anului între acid și alcalin. Turba produsă poate avea un pH acid 4,0—6,0 și chiar neutru de 7—7,5 în cazul cînd este produsă de trestie și rogoz. Aspectul turbei este pămîntos din cauza formării ei sub nivelul apei. Mlaștinile eutrofe au suprafața plană.

Biocenoze. Fizionomia mlaștinii eutrofe este creată de vegetația macrofitică care are o dezvoltare masivă. Aici sînt dominante macrofitele palustre, pe alocuri apărînd cele acvatice . Multe macrofite de baltă găsesc aici condiții optime de viață. În unele mlaștini eutrofe în special cele din luncile rîurilor, lunca Dunării sau din Delta Dunării macrovegetația este întru totul caracteristică bălților și zonelor litorale ale lacurilor.

Fondul macrovegetației în mlaștina eutrofă îl formează numeroase populații de mușchi verzi și plante vasculare ierboase și lemnoase. Principalele specii de mușchi din mlaștină sînt *Marchantia polymorpha, Aulacomnium palustre, Calliergon cuspidatum, Drepanocladus vernicosus, Philonotis fontana* etc. care creează prin corpul lor numeroase perini rigide, numite popîndaci, înconjurate adesea de șănțulețe de apă. În ochiulețele de apă, în lăculețe sau bălți se află mușchiul de apă *(Riccia fluitans)*, trifoiștea *(Menyanthes trifoliata)* lintița *(Lemna minor, L. trisulea* etc.), și chiar broscariță *(Potamogeton natans)*. La suprafața mlaștinii impresionează abundența speciilor ierboase care se întrunesc în numeroase asociații de treistiișuri și pipiriguri *(Scirpoeto-*

Phragmitetum) din care fac parte specii ca trestia *(Phragmites communis)*, papura *(Typha latifolia, T. angustifolia)*, rourica *(Glyceria fluitans)* pipiriguț *(Eleocharis palustris)*, pipirig *(Bolboschoenus maritimus, Juncus effusus)*, rogoz *(Carex vulpina, C. pseudocyperus* etc.), pufuliță *(Epilobium hirsutum)* drețe *(Lysimachia nummularia)*, lăsnicior sau zîrnă *(Solanum dulcamara)*, tătăneasa *(Symphytum officinale)*, stînjenelul galben *(Iris pseudacorus)*, cervană *(Lycopus europaeus)*, barba ursului *(Equisetum palustre)*, răchitanul sau brăileanca *(Lythrum salicaria)*, limba broaștei *(Alisma plantago-aquatica)*, buzduganul *(Sparganium erectum)*, cupa vacii *(Calystegia sepium)* etc. Unele specii sînt reunite în alte asociații, printre care cele de bumbăcăriță *(Eriophoretum)*, rogoz cu bumbăcăriță *(Cariceto-Eriophoretum)* și multe altele, din care fac parte numeroase specii de plante ierboase și lemnoase.

Pe suprafața lor pot crește pîlcuri sau tufe de plante lemnoase în special anin negru *(Alnus glutinosa)*, anin alb *(Alnus incana)*, la care se adaugă mesteacănul *(Betula verrucosa)*, mesteacănul pufos *(Betula pubescens)*, plopul tremurător *(Populus tremula)*, salcia *(Salix pentandra, S. fragilis)*, mlajă sau răchiteață *(Salix viminalis)*, mălin *(Prunus padus)*, struguri negri *(Rubus nigrum)* etc.

Compoziția fitocenozelor macrofitice variază de la o mlaștină la alta. Condițiile de mediu caracteristice biotopului, latitudinea și longitudinea condiționează existența unor anumite populații organizate în fitocenoze bine conturate.

În ochiurile de apă se găsesc plante subacvatice, mai ales specii de *Chara*.

În ochiurile de apă, în lăculețe mai adînci sau bălticelele din mlaștină există numeroase populații de alge microscopice, cloroficee, cianoficee, diatomee, euglenoficee. Unele intră în alcătuirea fitoplanctonului, altele în cea a perifitonului și microfitobentosului.

Existența unei vegetații așa de bogate condiționează popularea mlaștinii cu diferite categorii de animale care găsesc aici hrană și un bun adăpost. Sînt prezente numeroase populații de animale nevertebrate. Vertebratele se întîlnesc în număr redus. În apa mlaștinii trăiesc numeroase specii de rotiferi, cladoceri, copepode și larve mici de insecte. Pe tulpinile macrofitelor cufundate în apă se află populații de animale epibionte, printre care des întîlnite sînt briozoarele, spongierii, hidrele. Pe sedimente se întîlnesc un număr mare de oligochete *(Tubifex, Nais, Limnodrilus, Stylaria, Ophidonais)* apoi ostracode, copepode, cladocerul *Ilyocriptus sordidus*, diferite specii de melci, cumacee, hydracarine dar mai ales larve de insecte efemeroptere, odonate, coleoptere, trichoptere, chironomide etc.

Pe suprafața apei se găsesc aproape pretutindeni fugăii. Pe tulpinile și frunzele macrofitelor mișună larve de insecte și insecte adulte, diferite specii de păianjeni *(Pirata, Thanatus, Dolomedes)* și specii de melci.

Dintre vertebrate în mlaștina eutrofă se întîlnește foarte des broasca mică de lac *(Rana esculenta)*, broasca mare de lac *(Rana ridibunda)*, broasca cu burta galbenă *(Bombina variegata)*, tritonul *(Triturus cristatus, T. vulgaris)*, iar dintre reptile, șarpele de apă *(Natrix tessellata)*, șarpele de casă *(Natrix natrix)* și uneori în unele mlaștini broasca țestoasă de apă *(Emys orbicularis)*. Păsările din mlaștini nu sînt specifice acestora. În mlaștinile din luncile inundabile ale rîurilor, ale Dunării și mai ales în Delta Dunării se găsesc stîrci, berze etc. În unele mlaștini se întîlnesc și rozătoare.

Fiziologia ecosistemului. În mlaștina eutrofă producătorii primari sînt reprezentați prin macrofite, perifiton, algele din apă și microfitobentos. Algele microscopice din bentos, din apă sau de pe tulpinile macrofitelor servesc ca

hrană multor categorii mici de animale fitofage. Rolul esențial în producerea materiei organice îl au însă macrofitele. Din aceasta numai o mică parte este consumată de animalele fitofage. Consumul diferitelor organe sau al unor mici părți din corpul plantelor este aproape de neobservat. Plantele continuă să vegeteze și să asimileze pînă toamna, cînd condițiile mediului înconjurător devin aspre. Scăderea temperaturii către zero grade și sub zero grade determină moartea părților lor aeriene. Această masă vegetală moartă este descompusă în proporție de 20—30% de bacterii și ciupercile microscopice. Elementele minerale eliberate astfel în mediu servesc la desfășurarea vieții în anul următor cînd condițiile devin prielnice. Restul de 70—80% din masa vegetală este supusă procesului de turbificare. Producția biologică a bazinului este reprezentată de producția primară macrofitică, care are un rol primordial în formarea și îngrășarea stratului de turbă. Ținînd cont de specificitatea ecosistemului, turba poate fi considerată ca producție biologică pentru că este un rezultat al activității organismelor vii. În turbă ca materie organo-minerală se află stocată energia cinetică acumulată de organisme de-a lungul timpului.

Dinamica ecosistemului. În mlaștina eutrofă există un ritm circadian, sezonier și o succesiune în timp. *Ritmul circadian* este asemănător celui din zona litorală a lacurilor sau celui din bălți. *Ritmul sezonier* se manifestă întocmai ca în orice ecosistem acvatic și terestru. Vara, activitatea în complexitatea ei se află în faza maximă. Toamna, activitatea începe să diminuezze. Organismele se pregătesc prin diferite forme de adaptare să treacă peste sezonul rece al iernii. Plantele și-au acumulat în rizomi sau rădăcini substanțe nutritive în baza cărora anul următor noile plante pornesc la viață. Animalele se adăpostesc și hibernează sau își depun ouă de rezistență din care odată cu instalarea condițiilor prielnice rezultă continuarea vieții prin perpetuarea populațiilor ce le sînt caracteristice.

Succesiunea în timp a ecosistemului capătă două aspecte. În zonele de șes și de deal la mică altitudine, prin acumularea an de an a depozitelor organice, prin reducerea umidității sau a sursei de aprovizionare cu apă, mlaștina poate deveni uscat. Flora palustră este înlocuită cu cea caracteristică uscatului. Dispariția condițiilor de mediu acvatic, mlăștinos, atrage după sine odată cu înlocuirea florei și înlocuirea organismelor animale cu cele caracteristice noilor cerințe ale ecosistemului. În zonele altitudinale înalte, în general peste 800 m, mlaștinile eutrofe evoluează în mlaștini oligotrofe. Flora mlaștinii eutrofe este înlocuită în mare parte cu cea oligotrofă; preponderent și caracteristic aici este mușchiul de turbă *(Sphagnum)*. Fauna, de asemenea, este înlocuită cu una corespunzătoare noilor condiții de oligotrofie.

Mlaștina eutrofă adăpost de relicte glaciare. Principalele mlaștini eutrofe existente în România au apărut odată cu sfîrșitul ultimei glaciațiuni. Activitatea intensă a florei macrofite a format relativ repede un strat gros de turbă. Înfiriparea postglaciarului călduros a determinat conservarea în mlaștină a numeroase relicte glaciare. Multe din aceste relicte „ating frontiera sudică a ariei lor tocmai în mlaștinile noastre carpatice", (E. P o p, 1955), deși mlaștinile eutrofe ca unități ecologice sînt amplasate în orice direcție fără a exista bariere climatice.

Principalele plante rare, cu regim de relicte, sînt elemente nordice circumpolare, unele din ele trăind în regiunea *arctică* sau *subarctică*.

Speciile relicte* ce supraviețuiesc în mlaștinile eutrofe din țara noastră au o mare importanță biogeografică. Unele dintre ele ating în mlaștinile eutrofe zona cea mai înaintată din arealul mondial *(Meesea hexasticha, Paludella squarrosa, Betula humilis* etc.), altele ating cele mai vestice stațiuni din aria lor mondială *(Achillea impatiens, Evonymus nana)*. Multe alte specii de plante relicte își găsesc în mlaștinile noastre eutrofe cele mai sudice puncte din Europa *(Saxifraga hirculus, Spiraea salicifolia* etc.) (E. Pop, 1955). Menținerea speciilor în mlaștinile noastre eutrofe a fost favorizată de climă și relieful regional. Cele mai numeroase specii de plante cu etalon de relict glaciar se află cantonate în bazinele Gheorghieni și Ciuc, caracterizate prin condiții climatice reci și continentale, la care se mai adaugă alte caractere ale substratului geologic și mineralogic de unde apar izvoare reci încărcate cu dioxid de carbon. Suprafața mare a mlaștinilor și condițiile de viață de aici a favorizat instalarea unei vegetații durabile, unde relictele glaciare s-au menținut foarte bine, formînd ele însile cenoze cu activitate importantă în cadrul ecosistemelor.

Mlaștina oligotrofă. Mlaștinile oligotrofe sînt răspîndite în Alaska, Canada și Europa nordică. Ele se formează și prosperă în zonele cu climat rece și umed. În România aceste mlaștini se află cantonate în regiunile carpatice, pe interfluviile cu pantă mică, sau pe versanții văilor în cuveta fostelor lacuri sau direct pe roca mumă. Cele mai cunoscute tinoave formate prin colmatarea lacurilor oligotrofe sînt Iezerul Mare, Tăul lui Dumitru, Vîrful Brazilor. Mlaștina oligotrofă a primit denumiri regionale adecvate și exclusive; În Moldova și Transilvania se numește *tinov*, în Munții Apuseni, *molhoș* iar în Maramureș *malacă*. Emil Pop a stabilit pentru țara noastră 11 regiuni unde există mlaștini oligotrofe (fig. 19).

Biotopul. Substratul geologic pe care iau naștere mlaștinile oligotrofe este reprezentat de roca silicioasă (șisturi cristaline, eruptive, gresii, aluviuni). În zonele unde substratul geologic este format din roci calcaroase nu se formează mlaștini oligotrofe, decît dacă acestea sînt acoperite în prealabil cu un strat impermeabil de argilă. Mlaștina oligotrofă poate apare prin evoluție peste o mlaștină eutrofă în condițiile existenței unui substrat turbos care să permită izolarea vegetației oligotrofe de apa de infiltrație.

În țara noastră mlaștinile oligotrofe se află instalate la altitudinile cuprinse între 700 și 1 600 m. Cele mai multe se află la altitudinile de 1 000—1 200 m, ceea ce corespunde etajului superior al fagului și celui inferior al molidului. La această altitudine temperatura medie anuală este de 4—6°C, iar regimul precipitațiilor depășește 600 mm anual. Cantitatea cea mai obișnuită este de 1100—1 200 mm anual. În general clima este rece și umedă.

Alimentarea cu apă a mlaștinii este făcută de precipitații. Scurgerea de suprafață are un indice de aprovizionare foarte scăzut, cu excepția mlaștinilor oligotrofe de versant. Alimentarea cu apă freatică este absentă. Și aici ca și în mlaștina eutrofă, apa de mlaștină se află sub formă de apă liberă și apă legată de turbă.

Concentrația în elemente chimice biogene este foarte scăzută.

Culoarea apei din lăculețe sau bălticele este galben-brună sau brună, din cauza suspensiilor organice și a acizilor humici prezenți aici sub formă coloidală.

* Vezi lista speciilor cu valoare de relicte: Emil Pop, 1960, „Mlaștinile de turbă din Republica Populară Română", p. 107—114.

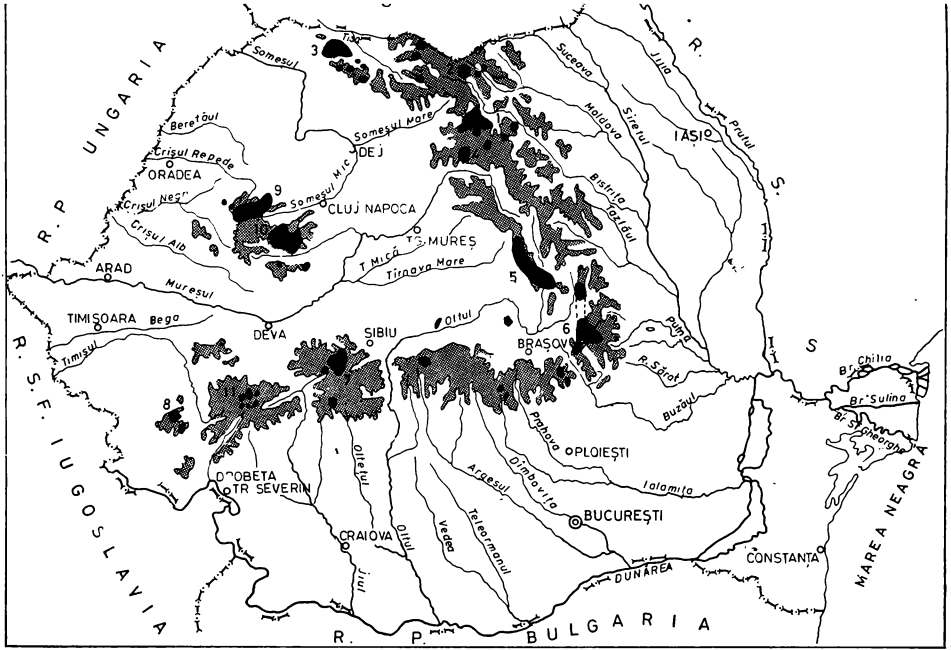


Fig. 19. Regiunile de mlaștini oligotrofe din R.S.R.:

1. Bazinul Dornei; *2.* Regiunea Lucina-Fundul Moldovei; *3.* Regiunea de tinoave Oaș-Maramureș; *4.* Munții Călimani; *5.* Regiunea Hargh ta; *6.* Regiunea Sandru Mare-Cotul Buzăului; *7.* Bazinul superior al rîului Sebeș; *8.* Regiunea Muntelui Semenic; *9.* Regiunea de izvoare și de curs superior al Someșului cald; *10.* Regiunea de izvor și de curs superior al Someșului Rece, inclusiv Muntele Mare și Dobrinul; *11.* Mlaștini oligotrofe din masivul Retezat. Nenumerotate: tinoave izolate. (După E. Pop, 1960)

Transparența și turbiditatea apei sînt variabile în funcție de multiplele activități metabolice ale populațiilor.

Regimul termic al apei în lăculețe sau în bălticelele puțin adînci urmărește în mod fidel schimbările termice ale aerului. Ziua există aceeași temperatură pe întreaga grosime a apei. Noaptea se răcește uniform pe întreaga grosime a apei. În ochiurile adînci, uneori de 10—14 m, așa cum există în mlaștina Bîlbîitoarea din Munții Tătaru, apa posedă o stratificație termică, directă iarna și inversă vara. Iarna se formează la suprafață un pod de gheață ce poate atinge și depăși grosimea de 0,80—1 m. Se înregistrează, de asemenea, valori termice diferite între suprafața covorului format de mușchiul *Sphagnum* și adîncimea maximă a sistemelor radiculare ale plantelor ierboase cu care se asociază.

Concentrația în elemente chimice biogene este foarte scăzută. În general ele reprezintă doar 0,03% din cantitatea totală de săruri, fiind însă suficiente pentru cerințele populațiilor din aceste ecosisteme.

Reacția ionică a apei și a turbei este întotdeauna acidă, pH-ul fiind cuprins între 3,5—5.

Mlaștina oligotrofă are suprafața convexă, de unde și denumirea de mlaștini înalte sau bombate. Marginea sa nu este stabilă, ci are tendința de extindere peste terenul din jur. La locul de contact al tinovului cu solul mineral se află de regulă un inel de apă cu o floră și o faună mezotrofă sau chiar eutrofă diferită de cea caracteristică mlaștinii oligotrofe.

Biocenozele mlaștinii oligotrofe. În mlaștina oligotrofă, ceea ce impresionează la prima vedere este covorul catifelat al mușchiului de turbă *Sphagnum* care se întinde peste suprafața mlaștinii. Pe alocuri din el se înalță perini create din acest mușchi sau în asociații cu alți mușchi *(Polythrichum)*. Perinile de mușchi, ca și întreaga mlaștină, este populată de diferite specii de plante vasculare ierboase și lemnoase. Plantele lemnoase din perini sînt merișorul *(Vaccinium vitis-idaea)*, afinul *(Vaccinium myrtillus)* și răchițele *(Vaccinium oxycoccos)*. Aceste specii nu sînt componente exclusive ale perinilor de mușchi, ci ele se află și în restul păturii de *Sphagnum*. Speciile mușchiului de turbă găsite în mlaștinile oligotrofe sînt *Sphagnum squarrosum*, *Sph. magellanicum*, *Sph. subsecundum*, *Sph. warnstorfii*, *Sph. centrale*, *Sph. contortum*, *Sph. fallax*, *Sph. flexuosum*, *Sph. girgensohnii*, *Sph. nemoreum* etc.

Mușchiului *Sphagnum* i se asociază și alte specii de mușchi, printre care în primul rînd *Polytrichum alpestre (sin. P. strictum)* și *Polytrichum perigoniale*. Alte plante ierboase întîlnite în mlaștina oligotrofă sînt brădișorul, pedicuța sau brînca *(Lycopodium clavatum)*, brădișorul *(Lycopodium inundatum)*, ferigă *(Dryopteris cristata, D. carthusiana, Thelypteris palustris)*, iarba albastră *(Molinia caerulea)*, țepoșica *(Nardus stricta)*, bumbăcărița *(Eriophorum gracile, E. latifolium, E. vaginatum, E. angustifolium)*, păiuș *(Deschampsia caespitosa, D. flexuosa)*, vițelar sau iarbă mirositoare *(Anthoxanthum odoratum)*, mîna Maicii Domnului sau limba cucului *(Orchis maculata)*, sclipeți *(Potentilla erecta)*, coacăză sau brăduț *(Bruckenthalia spiculifolia)*, nu-mă-uita *(Myosotis palustris)*, ruin sau ochiul șarpelui *(Succisa pratensis)*, rusuliță sau ciucălău de cîmp *(Hieracium auranticum)*, rotungioara *(Homogyne alpina)*, diferite specii de rogoz *(Carex canescens, C. lepidocarpa, C. rostrata, C. oederi, C. flava, C. vulgaris)*, roua cerului *(Drosera intermedia, D. rotundifolia* etc.

În șanțuletele existente în jurul perinilor, temporar sau constant acoperite cu apă, se întîlnește adesea mușchiul de turbă cunoscut popular sub numele de

coada mîței de baltă *(Sphagnum cuspidatum)*, roua cerului *(Drosera obovata, D. intermedia)*, bumbăcărița sau coada veveriței *(Eriophorum vaginatum)*, diferite specii de rogoz *(Carex canescens, C. magellanica, C. limosa, C. rostrata)*, *Scheuchzeria palustris*, coada zmeului *(Calla palustris)* și chiar trifoiștea *(Menyanthes trifoliata)*. Multe din aceste specii se găsesc și pe marginea lăculețelor sau bălticelelor existente pe suprafața mlaștinii.

Plantele lemnoase din mlaștina oligotrofă sînt grupate sub formă de tufe și copaci. Des întîlnite aici sînt speciile de pin *(Pinus silvestris)*, mesteacăn pufos *(Betula pubescens)*, mesteacăn *(Betula verrucosa)*, mestecănaș sau mesteacăn pitic *(Betula humilis)*, mesteacăn tîrîtor sau mesteacăn pitic *(Betula nana)*, anin alb *(Alnus incana)*, ienuper pitic *(Juniperus sibirica)*, ienuper *(Juniperus communis)*, iova *(Salix silesiaca)*, salcie *(Salix petandra)* jneapăn *(Pinus mugo)*, molid *(Picea excelsa)* etc.

Către periferia mlaștinii pătura de *Sphagnum* se subțiază și se continuă cu o tivitură inclară continuă sau întreruptă de apă unde există specii de plante caracteristice mlaștinii mezotrofe și chiar eutrofe. Acest inel mlăștinos, diferit decît al mlaștinii oligotrofe, poartă numele de „lagg".

În apa lăculețelor sau băltuțelor și în pîrîiașele ce traversează mlaștina, în mușchiul de turbă umed și în lagg-ul mlaștinii viețuiesc numeroase specii de alge microscopice din genurile *Chroococus, Cylindrocystis, Penium, Closterium, Euastrum, Micrasterias Cosmarium,, Staurastrum, Sphaerosoma, Fragilaria, Gymnozyga, Tetmemorus, Tabellaria, Pinnularia* etc. Unele specii din acestea sînt considerate forme sfagnicole. Unele din aceste alge pot intra în constituția *perifitonului*, altele în structura *fitoplanctonului* și *microfitobentonului*.

În apa existentă în mlaștina oligotrofă și în umezeala dintre mușchi trăiesc numeroase specii de animale microscopice, mai ales tardigrade, rotiferi și protozoare (testacee, infuzori, rizopode). Pe tulpinile macrofitelor din apă pe lîngă alge se găsesc și animale epibionte, printre care numeroase specii de testacee care împreună formează *perifitonul*.

Animalele din masa apei sînt reprezentate de protozoare (infuzori, rizopode și în special testacee), rotiferi, ostracode, cladoceri, și copepode. Se întîlnesc adesea și unele larve de insecte.

Pe fundul bălților sînt animale numeroase și variate.

În substanța turbicolă care servește ca substrat sau mediu de desfășurare a activității se găsesc comunități de animale din care nu lipsesc speciile de testacee, unii rotiferi, viermi nematozi, viermi oligocheți, melci *(Acroloxus lacustris)*, scoici (din genul *Pisidium*), hydracarine, copepode, ostracode, cladocere, colembole, efemeroptere, odonate, heteroptere, colcoptere, trichoptere, diptere (simulide, chironomide) etc. După cum se vede foarte bine reprezentate sînt formele larvare ale insectelor.

În apa lăculețelor înoată unele colcoptere adulte și temporar se pot întîlni tritoni, salamandre, mai rar batracieni.

Insectele, deși sînt bine reprezentate în fauna tinoavelor sînt forme comune. Rareori sînt întîlnite forme adaptate strict condițiilor specifice acestui mediu de viață. În afară de colcopterele acvatice și unele insecte legate de sol (turbă), majoritatea lor sînt fitofage sau vizitatoare de flori (E. P o p, 1960).

Pe suprafața mlaștinilor oligotrofe se mai pot întîlni întîmplător șopîrle și vipere, păsări și mamifere ajunse aici din pădurile înconjurătoare. În unele mlaștini ca în tinovul Oaș din Valea Sebeșului și mlaștina Bîlbîitoarea din Munții Tătaru au fost întîlnite *Lacerta vivipara* (șopîrlă de munte) și *Triturus*

alpestris (salamandră de munte), care au găsit condiții prielnice de existență, integrîndu-se în biocenozele acestor unități ecologice.

Fiziologia ecosistemului. În mlaștina oligotrofă viața este reprezentată prin populații de alge și animale din masa apei, prin alge epibionte prin animale epibionte, prin alge bentice animale bentice, prin macrofite, macrofaună, prin alte categorii de organisme, ca bacteriile și ciupercile microscopice, toate cu rol esențial în activitatea ecosistemului.

Producătorii primari sînt reprezentați de macrofitele sfagnicole, palustre și acvatice și microfitele din apă, perifiton bentos. Materia organică sintetizată de producătorii primari diferă cantitativ. În mlaștina oligotrofă rolul principal în producerea materiei organice îl au macrofitele sfagnicole formate din diferite categorii de mușchi caracteristici tinovului și, în primul rînd, mușchiul de turbă *Sphagnum*, la care se adaugă diferite păioase vasculare cu care se asociază. La cumularea cantitativă a producției primare macrofitice trebuie luată în seamă și materia organică produsă de plantele lemnoase care vegetează în mlaștină.

Producția primară realizată de fitoplancton, perifiton și microfitobentos constînd dintr-o anumită cantitate de materie organică sintetizată pe o unitate de volum (m^3) în cazul fitoplanctonului și pe o unitate de suprafață, în cazul perifitonului și m^2 în cazul microfitobentosului, este mult scăzută în comparație cu a macrofitelor, dar suficientă pentru a influența pozitiv existența și funcționalitatea diferitelor categorii de organisme animale care sînt consumatori primari, secundari, terțiari.

Lanțurile trofice încep cu neoformarea de substanțe organice în plante și se continuă cu 2—3 verigi ale consumatorilor. Relațiile trofice se desfășoară la nivelul stratului de mușchi, la nivelul ierburilor vasculare, la nivelul puietului arbustiv, la nivelul arborilor, în masa apei, la nivelul perifitonului și microfitobentosului. Între aceste straturi sînt diverse relații trofice, întîmplătoare sau specializate. Rețeaua trofică într-o mlaștină oligotrofă deși pare săracă în elemente componente este tot atît de complicată în privința raporturilor ce există între specii ca în orice alt ecosistem.

Producția secundară a ecosistemului reprezentată prin animalele fitofage și zoofage, este foarte scăzută în comparație cu producția primară, în special cu cea macrofitică.

Transferul materiei și energiei în ecosistemul mlaștinilor oligotrofe se deosebește prin multe elemente față de al altor ecosisteme (fig. 20). Aici materia organică produsă și energia acumulată în ea se adună an de an într-un depozit celulozolitic care treptat este transformat în turbă. Condițiile fizico-chimice particulare și în primul rînd aciditatea mare a mediului nu creează teren favorabil microflorei reducătoare de a descompune materia organică. Din aceasta numai o parte infimă este mineralizată. Procesul în sine se desfășoară în straturile superficiale, bine aerate, sub acțiunea unei microflore eterogene care prin procese oxidative elibercază în mediu nutrienții necesari pentru desfășurarea vieții în anul următor. Din organismele moarte sînt mineralizate algele și animalele planctonice, algele și animalele bentice și o foarte mică parte din macrofite. În straturile mai profunde materialul organic suferă un proces anaerob lent de carbonificare sub influența bacteriilor Gram-pozitive adaptate la lipsa de oxigen, pH acid și presiuni ridicate, rezultînd ca produs final turba. Materialul organic transformat în turbă este scos din circuitul biologic și reprezintă un produs al activității ecosistemului.

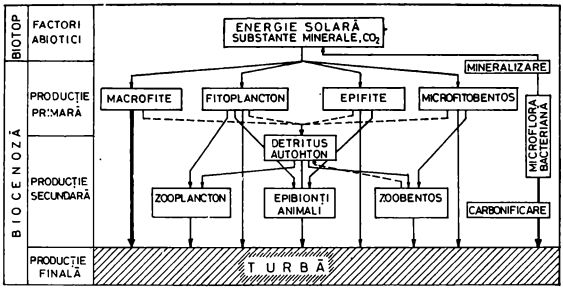


Fig. 20. Circulația materiei în ecosistemul mlaștinilor de turbă (original)

Turba formată în mlaștini are mare importanță științifică și economică. Importanța științifică este dată de însușirea pe care o au de a conserva aproape perfect plantele și animalele moarte. Din acest punct de vedere turba este o adevărată arhivă de documentare și cunoaștere a evoluției vieții într-o perioadă determinată. În baza acestor informații se pot face reconstituiri de areale floristice și faunistice, permițînd concluzii biogeografice de mare interes și de necontestat. Importanța economică a turbei constă în utilizarea ei sub formă de combustibil în uzine și fabrici, utilizarea ei pentru obținerea unor derivate chimice cum sînt gudronul, fenolii, crezolii. Turba este folosită ca îngrășămînt chimic în agricultură, la repararea fizică a unor soluri, la izolarea termică, precum și în balneologie.

Dinamica ecosistemului mlaștinilor oligotrofe. *Ritmul circadian* constă într-o vie activitate a populațiilor în timpul zilei și într-una mai scăzută în timpul nopții. În timpul zilei plantele sînt în plină activitate, sintetizînd continuu materia organică. Animalele diurne din apă și din desișul vegetației din mlaștină își desfășoară multiplele activități cerute de viață. Noaptea plantele își întrerup procesul de fotosinteză. Activitatea animalelor de zi este înlocuită cu a celor de noapte. Oricum, activitatea din timpul nopții este extrem de diminuată în comparație cu cea din timpul zilei. Se remarcă o activitate vie în timpul nopții a animalelor care trăiesc în ochiurile adînci de apă aflate în masa turbei. Animalele urcă seara spre suprafața apei, se hrănesc abundent, iar dimineața coboară spre adînc. Acest fenomen a fost constatat în mlaștina Bilbiitoarea în ochiul mare de apă adînc de 12,5 m (C. P â r v u, 1974).

Ritmul sezonier al ecosistemului este dirijat de factorii dinamici. Primăvara mlaștina se dezgheață. Primele forme biotice care pornesc la viață sînt mușchii și algele din plancton și microfitobentos. Foarte curînd își fac apariția și restul plantelor și animalelor din biotop. Începutul activității organismelor în sezonul de primăvară diferă de la mlaștină la mlaștină în funcție de altitudine și de microclima zonei. În multe mlaștini viața începe să devină aparentă tocmai spre sfîrșitul lunii mai, în altele însă mai devreme. În timpul primăverii în multe mlaștini oligotrofe se întîlnesc specii înflorite de *Eriophonum*, *Menyanthes* și *Drosera*. Vara populațiile de plante și animale se află într-o activitate

maximă. Ele se hrănesc, se înmulțesc activ, altele își pregătesc progenitura pentru sezonul nefavorabil. În sezonul de toamnă peste 80% dintre plante continuă să vegeteze. Unele animale în apă și pe stratul de mușchi continuă să desfășoare o vie activitate. Toamna pe stratul de mușchi au fost identificați în special păianjeni. Iarna activitatea încetează. Apa de la suprafața luciurilor de apă și din stratul superficial al turbei pe care vegetează plantele înghețată. Turba înghețată și lovită sună a gol. Viața, prin anumite forme microscopice mai continuă în ochiurile adînci de apă pe suprafața cărora se află format podul de gheață.

Succesiunea în timp a mlaștinii oligotrofe este dirijată de factorii dinamici. În situația cînd umiditatea scade, pH-ul se micșorează sau chimismul se schimbă, mlaștina oligotrofă poate cu timpul să evolueze spre uscat. Flora și fauna specifică mlaștinii oligotrofe poate fi înlocuită cu una de uscat, caracteristică împrejurimilor. Acest lucru se întîmplă mai ales cînd pe cale antropică mlaștinile sînt desecate. Fenomenul de evoluție naturală a mlaștinii spre uscat are loc într-o perioadă foarte lungă de timp.

Mlaștina oligotrofă, adăpost de relicte glaciare. În condițiile climatice actuale ale României mlaștina oligotrofă reprezintă locul de refugiu a numeroase relicte glaciare. Tinoavele noastre sînt cantonate în munți. Aici găsesc condiții asemănătoare cu cele din regiunea influențată de clima umedă și temperată a oceanului Atlantic, unde există adevărata patrie a tinoavelor. Precipitațiile din munții noștri sînt abundente. Temperatura este scăzută iarna și optimă în timpul verii, raportată la necesitățile speciilor ce viețuiesc aici. Gerurile și vînturile reci din zonele montane nu afectează existența speciilor. Tinoavele noastre nu sînt formațiuni de vîrstă glaciară și nu sînt rămășițe ale glaciațiunii. Actualele relicte glaciare din tinoave și-au desfășurat viața „în timpul glaciațiunii prin formațiuni de tipul tundrei sau prin smîrcuri reci și acide ale pinetelor" * (Emil Pop, 1955). Studiile paleostratigrafice efectuate au dovedit în mod cert că turba glaciară și finiglaciară existentă la noi este eutrofă și nu oligotrofă. Turba oligotrofă a început a se forma după deslănțuirea postglaciarului cald (Emil Pop, 1955). În aceste bazine hidrobioecologice existente pe arcul carpatin, numeroase specii de plante și animale din timpul glaciațiunii și-au găsit locuri exclusive de refugiu. Condițiile ecologice din tinoave le-a permis și le permite să viețuiască. Valoarea lor științifică este incomensurabilă cu atît mai mult cu cît tinoavele noastre ocupă din punct de vedere geografic poziția cea mai sudică de pe glob. Speciile relicte existente aici au o mare însemnătate biogeografică. Heterogenitatea speciilor pe grupe sistematice dovedește că tinoavele noastre, prin caracterele lor ecologice, sînt excelente locuri de conservare a speciilor din zona arctic-boreală. Aici sînt întîlnite specii relicte de alge, numeroase specii de mușchi și de plante vasculare, specii de animale din grupul rotiferelor, tardigradelor, insectelor, păianjenilor etc.* Existența lor în tinoavele României a făcut și vor face obiectul a numeroase studii.

5.1.4. APELE CU CARACTERE SPECIALE

În categoria acestor ape intră cele termale și cele al căror chimism diferă — în condiții naturale — de cel al majorității apelor de suprafață. În ambele categorii intră atît ape curgătoare (îndeosebi izvoare), cît și ape stagnante.

* Vezi lista speciilor cu valoare de relicte glaciare: Emil Pop, 1960, „Mlaștinile de turbă din Republica Populară Română", p. 127—135.

Apele curgătoare cu caractere speciale își modifică proprietățile în imediata apropiere a resurgențelor; de aceea în cele ce urmează vom trata cu precădere apele stagnante, în care aceste caractere se mențin și determină existența unor ecosisteme speciale, durabile.

5.1.4.1. LACURILE TERMALE

În țara noastră există un singur complex cu ape termale, cel de la băile 1 Mai și de la Felix-Oradea. La băile Felix există trei bazine alimentate cu ape termale, în care temperatura se menține în jur de 25—30°C, bazine puțin adînci, care sînt plantate cu *Nymphaea lotus* var. *thermalis*, *Myriophyllum brasiliense*, *Nelumbo nucifera* și *Victoria cruziana* și în care sînt ținute rase de pești ai speciei *Carassius auratus*. Ele sînt în prezent mai mult niște acvarii în natură decît ecosisteme naturale.

La băile 1 Mai apele sînt mai calde, formează o serie de lăculețe și o zonă lagunară lungă de 2 km și avînd lățimea maximă de 200 m, la partea superioară a pîrîului Peța, constituind aci singurul ecosistem natural termofil din România. Acest ecosistem nu a fost pînă în prezent studiat din puct de vedere limnologic. Apele termale, care la izvoare au temperatura de 30—42°C sînt bicarbonatate, sulfatocalcice-magneziene-oligometalice, au o radioactivitate de 0,37—0,28 mμ Curie*. Apa este transparentă, ușor albstruie, se răcește pe măsură ce se depărtează de zona izvoarelor. Adîncimea lacului principal este de maximum 3—4 m, dar cea a lagunei cu care se continuă nu depășește nicăieri 1 m. Biocenoza este destul de bogată și variată, se caracterizează prin predominanța formelor stenotermofile. Fundul apei este acoperit cu un strat de mîl, care este aproape complet invadat de vegetație acvatică și palustră. Pe acest nămol se dezvoltă alge, îndeosebi albastre și verzi filamentoase; el este populat de oligochete și chironomide. Dintre macrofitele prezente menționăm nufărul de Peța *(Nymphaea lotus* var. *termalis)* brădișul american *(Myriophillum brasiliense)*, roșățcaua *(Butomus umbellatus)*, *Sparganium erectum*, papura *(Typha latifolia)* și stuful *(Phragmites australis)*. În unele zone cresc mușchi *(Amblystegium, Barbula, Fissidens* ș.a.). Căderea vegetației pe fundul bazinului toamna duce la continuarea descompunerilor și la desfășurarea unor intense procese de mineralizare și formare a nămolului, în cursul iernii în condițiile menținerii în aceste ape a unei temperaturi ridicate.

Pe plante și pe fundul bazinului se întîlnesc organisme animale variate: melci — așa cum este relictul terțiar *Melanopsis pareyssi* —, crustacei, oligochete, larve de insecte, acarieni, protozoare, rotiferi și chiar o specie de pește autohtonă, roșioara *Scardinius racovitzai*.

În urma impactului uman, în ultimii 30—40 ani se înregistrează o tendință de murdărire, de impurificare a apelor pîrîului Peța, ceea ce a determinato modificare a biocenozelor existente și în principal regresia nufărului de Peța. Datorită nivelului scăzut al apei în zona lagunară, a accentuării procesului de colmatare, are loc o creștere a amplitudinii de variație a temperaturilor în cursul anului, fapt care influențează negativ componentele stenoterme ale acestei biocenoze. Introducerea brădișului american, adus din grădina botanică de la Cluj, care s-a aclimatizat rapid și care a invadat și char asfixiat nufărul de Peța, constituie încă un exemplu de modul în care omul, în mod inconștient

* Un itate de măsurăa radioactivității.

deteriorează un ecosistem. Prezența sa a determinat și mutații în componenta animală a zonei.

5.1.4.2. LACURILE SĂRATE

Se consideră sărate apele naturale a căror salinitate depășește concentrația de 1%. Lacurile cu apă sărată sînt situate în zona de stepă semiaridă, sau în regiunile în care zăcăminte naturale de sare iau contact cu suprafața în mod natural sau sub influența impactului uman.

Ionii existenți în aceste ape sînt de multe ori diferiți sau se află în alte proporții decît cei ai apei de mare; aceasta face ca lacurile sărate să fie de o foarte mare diversitate, ele clasificîndu-se după anionul dominant. Se deosebesc trei tipuri principale și anume: lacuri cu cloruri, cu carbonați și bicarbonați și lacuri cu sulfați.

Lacurile cu cloruri sînt cele mai numeroase, atît pe glob, cît și în țara noastră. Ele conțin pe lîngă sodiu, mari cantități de brom, magneziu și iod.

Lacurile bogate în carbonați și bicarbonați sînt ceva mai rare. Un astfel de lac este lacul Van din vestul Anatoliei.

Lacurile sulfatice sînt prezente îndeosebi în zone calde (în nordul Saharei, în Venezuela, URSS) dar apar și în alte regiuni.

În funcție de cantitatea substanțelor chimice, de dominanța sărurilor, caracterul hidrochimic al lacurilor din România diferă. Sînt lacuri de tipul clorosodice-carbonate (lacul Sf. Ana), clorosodice pure (lacurile Doftana, Baia Verde II Slănic, Movila Miresii, Balta albă) ș.a. bicarbonatate sodice spre clorsodice (lacul Agigea), sulfatosodice spre cloromagnezian (lacul Amara-Ialomița), bicarbonatate sodice (lacurile Călărașani, Brebu, Vitioara), bicarbonatate calcice (lacul Ighiu) etc.

Caracteristic pentru lacurile sărate este hipotonicitatea apei, densitatea crescută, prezența depunerilor de săruri pe maluri, existența unor cantități mari de nămol organic (care este utilizat în terapeutică), existența unor diferențe de temperatură mari între suprafață și fund, sărăcia și specificitatea florei și faunei, existența a 2 biocenoze — cea din masa apei și bentosul.

În pelagos se întîlnesc bacterii, alge (îndeosebi *Cladophora, Horniscia*), protozoare, (ciliate, flagelate), rotiferi *(Brachionus, Hexarthra)*, crustaceul filopod *Artemia salina*, mai rar se întîlnesc heteroptere. În bentos trăiesc îndeosebi larve de insecte *(Ephydra, Eristalis, Streatiomys, Chironomus)*.

Biocenozele care se dezvoltă în aceste ape conțin un număr redus de lanțuri trofice, alcătuite din puține verigi. Producția de material organic viu la nivelul bacteriilor și algelor este foarte mare. Cel mai ades numai o parte din aceste produse sînt utilizate de consumatorii primari. Din lipsa unor prădători, consumatorii se înmulțesc enorm; murind ei sînt ulterior degradați de bacterii. Prin acumularea organismelor moarte se formează nămolul sapropelic, care este utilizat în terapeutică.

Lacurile sărate constituie un bun exemplu de modul în care un anumit biotop (sau o caracteristică a lui, în cazul nostru salinitatea) condiționează dezvoltarea unor anumite biocenoze și reversul, biocenoza generează cantitățile enorme de nămol care modifică proprietățile și caracteristicile substratului.

Evoluția naturală a acestor ecosisteme se desfășoară în sensul scăderii treptate a adîncimii apei (prin acumularea sedimentelor sapropelice). În faze înaintate se trece prin stadiul de japșe hipersaline, care vara își reduc foarte mult masa de apă și depun pe fundul uscat cristale de sare. Cînd cuveta este

perfect colmatată nămolul începe să fie acoperit cu praf, începe formarea unui sol de sărătură pe care se instalează vegetația specifică, dominată de *Salicornia* și *Suaeda*.

Asupra acestor ecosisteme omul intervine îndeosebi în scopuri medicale. Este utilizată apa, caldă sau rece la băi, este extras nămolul, care, după folosirea la împachetări, se aruncă (rareori este returnat ecosistemului, dar sub o formă chimică modificată). Ades se construiesc instalații de „exploatare" a lacurilor la care se montează dușuri cu apă dulce, apă care este lăsată apoi să curgă liber în lac și care antrenează săpun, detergenți etc. De multe ori chiar canalizarea bufetelor, restaurantelor și vilelor este deversată tot în lac (precizăm că pînă acum nu au fost depistate procese de autoepurare în lacurile foarte sărate). Toate acestea influențează în primul rînd desfășurarea normală a vieții din apă, arc loc o reducere a procesului de peloidogeneză, scade salinitatea apei, se deranjează stratificarea termică etc. Dată fiind importanța terapeutică a acestor bazine este de mare importanță utilizarea resurselor lor concomitent cu luarea unor măsuri de protejare a echilibrului ecosistemelor respective.

În cele ce urmează prezentăm succint două ecosisteme lacustre mai caracteristice, unul sulfatato-sodic—lacul Sărat de lîngă Brăila și altul clorurat, lacul Balta albă de lîngă Rîmnicul Sărat.

Lacul Sărat, situat la cîțiva km de Brăila, este format printr-un proces de tasare, este un așa-numit lac de crov. El a fost cercetat amănunțit de C ă r ă u ș u F l o r i c a ale cărei studii asupra speciei *Artemia salina* au constituit obiectul unei valoroase teze de doctorat. Lacul este alimentat îndeosebi cu ape freatice și în mică măsură cu ape de precipitație. Salinitatea apelor sale variază de la 50 la 220 g/l, fiind un lac hipersalin, sulfatat-sodic cu trecere spre clorurat-sodic, alcalin (pH 7—9). Pe fundul său există un nămol puternic mineralizat, care în straturile profunde conține produse bituminoase. Lacul este supus unei insolații puternice, care face ca temperatura apei să depășească vara 30°C. Pe marginea lacului, pe nămol, sarea formează în timpul verii numeroase cristale albe.

Biocenoza sa este veche și caracteristică. Sînt puține specii halobionte tipice, dar acestea sînt reprezentate printr-un număr mare de indivizi. În lac trăiesc 50 taxoni, cei mai importanți fiind algele *Nostoc*, *Lyngbya* și *Chlamidomonas* (care vara formează la malul lacului cruste verzi), *Ulothrix implexa* și *Oscillatoria tenuis* (care ajunge ca o pîslă verde închis), rotiferul *Brachionus urceolaris*, copepodul *Cletocamptus retrogresus* și filopodul *Artemia salina* (care e prezent în toate stadiile sale de dezvoltare în mii de exemplare la litru). În și pe suprafața nămolului se întîlnesc turbellariatul *Macrostomum romanicum*, larvele muștei *Ephydra riparis*, ale chironomidelor și ceratopogonidelor.

În apă și mîl trăiesc un număr foarte mare de bacterii aerobe — facultativ anaerobe, care joacă un rol important în procesul de peloidogeneză, contribuind la descompunerea substanțelor organice și servind totodată drept hrană pentru protozoare, rotiferi și artemii.

În cadrul acestei biocenoze se constituie un număr redus de lanțuri trofice, *Artemia* constituind un nod central al rețelei trofice existente (între producători și descompunători, mai rar predători). Ca urmare a numărului imens de indivizi care le compun, populațiile acestei biocenoze și a lanțurilor trofice scurte prin care circulă materia, la suprafața fundului are loc o depunere intensă de substanțe organice în plin proces de descompunere, care se acumulează îndeosebi în zona litorală (marginală) și care provine din corpul artemiilor și algelor. Materialul organic în descompunere este antrenat treptat de valuri

spre centrul lacului, unde procesul de mineralizare se desăvîrşeşte. Aceasta este cauza pentru care flora bacteriană este bogată şi variată, prezentă în apă şi nămol în tot cursul anului.

Organismele întîlnite în lac sînt eurihaline (pot suporta variaţii mari ale salinităţii), euriterme (pot supravieţui la variaţii bruşte de temperatură), rezistente la intensităţi luminoase ridicate şi la turbiditate crescută (provocată uneori de vîntul care agitînd întreaga masă a apei, antrenează nămolul, formînd o suspensie negricioasă). Componentele biocenozei sînt cele care determină structura sedimentelor, turbiditatea, fluiditatea (algele filamentoase pot îngreuna mişcarea apelor) şi compoziţia chimică (organismele acumulînd din apă în mod selectiv o serie de anioni şi cationi), determină acţiunea unei serii de procese biochimice importante şi elimină în apă o mare cantitate de substanţe ectocrine.

Influenţa omului se resimte încă puţin, numai în zona băilor şi a plajei.

Lacul *Balta Albă* situat la 25 km de Rîmnicul Sărat, are o suprafaţă de 1076 ha şi a fost studiat de un colectiv complex condus de V. S t e f (1973). El este situat pe un vechi curs al rîului Rîmnicu Sărat, pe pîrîul Boldului şi are o adîncime medie de 1,27 m. Mineralizarea totală variază între 12,5—18,0 g/l apele fiind clorurate, sulfatate, slab bicarbonatato-sodice, magneziene, hipertone. În cursul anului salinitatea sa variază, ca fiind determinată de climatul local şi de starea de colmatare a lacului. Uneori pot pătrunde ape meteorice, sau ape provenite din revărsările rîurilor învecinate, ape care dilucază simţitor lacul (într-un caz salinitatea a scăzut la 1,3 g/l).

Biocenoza pelagialului este reprezentată de diatomee, cianoficee *(Spirulina, Oscillatoria)*, flagelate, ciliate şi crustacei *(Daphnia carinata* şi *Arctodiaptomus salinus)*.

Bentalul este tapetat cu algele verzi *Cladophora* şi *Spirogyra*. În ape se dezvoltă abundent broscariţa *(Potamogeton pectinatus)* şi stuful *(Phragmites communis)*. În nămol trăiesc larve de chironomide, heteroptere şi odonate, alături de ciliate şi nematode, uneori se întîlnesc şi peşti. Pe baza descompunerii vegetaţiei submerse şi îndeosebi a celei algale, se formează nămolul acestui lac. Descompunătorii sînt reprezentaţi de bacteriile nitrificatoare, producătoare de hidrogen sulfurat, proteolitice, lipidolitice, gelatinolitice etc. Germenii coli sînt în număr redus; prezenţa lor nu are o influenţă negativă asupra balneaţiei.

Biocenoza este variată, constituită din numeroase lanţuri trofice. Formele dominante sînt algele filamentoase şi plantele superioare submerse (dintre producători) şi bacteriile (dintre decompunători), ele alcătuind principalele verigi trofice.

Variaţia chimismului (îndeosebi a salinităţii) influenţează desfăşurarea vieţii, aceasta creînd un specific aparte al nămolului lacului.

Substanţele organice, numeroase în apă şi sedimente, provin din descompunerile organismelor şi a produselor lor de excreţie, din vegetaţia şi humusul riveran, din excrementele păsărilor de baltă — foarte numeroase pe lac — ca şi din poluarea organică provenită de la o fermă zootehnică.

Acest ecosistem este destul de apropiat de cel al lacurilor dulci, este populat de forme curioice şi eurihaline. Formele de ape hipertonice, cum este crustaceul *Artemina*, nu apar decît sporadic. Ecosistemul acesta este îmbătrînit,, poate fi uşor dereglat prin pătrunderea apelor dulci şi a poluanţilor.

5.1.5. APELE CURGĂTOARE

5.1.5.1. CARACTERIZARE GENERALĂ

Principalele tipuri de ape curgătoare. Apele curgătoare, constituite sub formă de pîraie, rîuri și fluvii, reprezintă o parte importantă a apelor dulci de tip continental. Comparativ cu cele stagnante, apele curgătoare se disting printr-o existență mult mai îndelungată. Dacă lacurile și bălțile se pot colmata, devenind uscaturi într-o perioadă geologică redusă, la apele curgătoare această situație se întîlnește mult mai rar. Ele își pot schimba, în schimb, cursul stabilind între ele legături noi.

Sursa apelor curgătoare o constituie precipitațiile atmosferice, care ajung în albii, fie direct, fie în mod indirect, după ce se adună ca ape freatice. După felul precipitațiilor, apele curgătoare se împart în 2 mari categorii (Martonne după S. Zernov, 1949).

I. *Ape curgătoare ce au ca sursă principală de alimentare apa provenită din ploi.*

Această categorie se distinge printr-o tipologie largă:

— tipul tropical sau musonic (Congo, Nil, Amur, Orinoco) se caracterizează prin viituri puternice în sezonul ploios de vară; iarna, în schimb precipitațiile sînt puține, nivelul este scăzut, alimentarea făcîndu-se prin rețeaua freatică; un caz particular îl reprezintă Amazonul, caracterizat printr-un regim constant, ca urmare a faptului că bazinul de alimentare se întinde de-a lungul ambelor emisfere;

— tipul mediteranean (Arno, Tibru) este alimentat cu apă de precipitații mai ales în sezonul rece, cînd începe și perioada de inundații; în schimb, vara nivelul scade considerabil;

— tipul oceanic (Weser, Meusa, Sena, Loara, Rhon, cursul inferior al Elbei și Rinului), este alimentat exclusiv din precipitații; acestea sînt repartizate uniform în tot cursul anului și ca urmare, variațiile hidrologice au amplitudine redusă. Maxima survine în perioada aprilie-mai.

— tipul de apă curgătoare din regiunile secetoase ale globului (ued-urile sahariene) ce se formează periodic, după ploi.

II. *Ape curgătoare alimentate din mai multe surse.*

Și în această categorie se disting de asemenea cîteva tipuri:

— tipul continental, alimentat atît de ape provenite din ploi, cît și de ape provenite din topirea zăpezilor (Dunărea, Nipru, Don, Mississipi, Mackenzie); zăpada se topește primăvara sau la începutul verii, ploile cad toamna tîrziu. Revărsările sînt provocate de topirea zăpezilor;

— tipul alpin, alimentat cu apă provenită din topirea gheților și din ploi. Maxima debitului se semnalează primăvara sau vara (Rin, Terek, Kuban);

— tipul alimentat cu apă provenită din topirea zăpezilor și a ghețarilor montani (Amu-Daria, Sîr-Daria, Zeravșan, Indul superior); se revarsă de obicei vara, diferența sezonieră de nivel este mare;

— tipul din nordul Siberiei (Tunguska inferioară) și nordul Americii (Yukon), localizat în zone de cîmpie și munți sub 1 000 m, este alimentat cu apă provenită din topirea zăpezilor; inundațiile sînt bruște, primăvara;

— tipul de ape curgătoare din Groenlanda și Antarctica, alimentat cu apă provenită din topirea ghețarilor.

Regimul precipitațiilor pe suprafața pămîntului este extrem de neuniform fapt ce se reflectă asupra repartiției rețelei hidrografice. Astfel, în regiunile ecuatoriale din Africa și America de Sud, aceasta formează un adevărat păienjiniș, pentru ca în Sahara să fie aproape inexistentă.

Curgerea apei, în condiții de debit mediu, se realizează în albia minoră; la ape mari este inundată însă și albia majoră (lunca). Aceasta din urmă este mult mai mare decît prima, îndeosebi la apele curgătoare din zona de șes. Un exemplu tipic de fluviu cu albia majoră bine dezvoltată îl oferă Dunărea.

Caracteristicile fizico-chimice și biologice ale unei ape curgătoare diferă de-a lungul cursului său, făcînd utilă împărțirea în sectoare (sectorul superior, mediu și inferior) sau zone (pîrîu, rîu, fluviu); o zonare mai complexă discerne existența a șapte zone: I. zona izvoarelor (cukrenon); II. zona pîrîiașelor de izvor (hypocrenon); III. zona pîraielor mici, ce recoltează cîteva izvoare sau pîrîiașe de izvor (epirhythron); IV. zona pîraielor mari (metarhythron); V. zona rîurilor de munte (hyporhythron); VI. cursul inferior și mijlociu al rîurilor (epipotomon); VII. zona de șes a marilor fluvii și rîuri (metapotamon) (I. Illies și L. Botoșăneanu, 1963).

Grosimea stratului de apă la tipurile menționate variază de la cîțiva centimetri (hypocrenon) la cîteva zeci de metri (estuarele marilor fluvii). Unele depresiuni sau „cazane" din defileul Dunării depășesc 70 m adîncime. *Lățimea* diferă de la 10—15 cm (hypocrenon) la mai multe mii de metri (estuarul Amazonului). Dunărea ajunge, în anumite puncte, la o lățime de 2000 m. *Lungimea* celor mai mari cursuri de apă din lume este următoarea: Mississipi, 6 540 km; Nilul, 5 940 km; Amazonul, peste 5 000 km; Obi, 5 200 km. Dunărea, cu o lungime de 2 857 km, se situează printre primele fluvii ale Europei.

Viteza de curgere este determinată de gradul de înclinare a pantei, scăzînd progresiv de la aproximativ 5 m/s în zona de pîrîu, la 3 m/s în zona de rîu și la 0,15 m/s în zona fluvială. Ea poate varia însă în limite destul de mari, în sectoare apropiate, ca urmare a forței centrifuge ce se formează în unghiul exterior al zonelor de curbură a albiei, ca și datorită variației indicelui de frecare a maselor de apă, în funcție de poziția acestora în raport cu substratul și malurile. Curentul apei este factorul esențial ce determină orientarea, mișcarea și forma organismelor, structura calitativă a biocenozei.

Ca urmare a interacțiunii mecanice intervenite între substrat și apa curgătoare, sînt transportate materiale desprinse din albie sau mal. *Materialul transportat* este diferit ca structură și dimensiuni și depinde de viteză, debit și acțiunea de solvare, variind între 14—3 062 mg/l (P. Welch, 1952). Cu cît viteza de curgere este mai mare, cu atît dimensiunile materialului transportat sînt mai mari. Desigur, natura și dimensiunile materialului transportat depind totodată de structura terenului. Astfel, rîurile din Finlanda, străbătînd terenuri granitice, prezintă un grad redus de suspensii; în schimb, Dunărea, al cărui bazin este situat pe terenuri cu roci sedimentare, transportă mari cantități de aluviuni. O depunere deosebit de intensă a particulelor în suspensie se realizează în zona de contact a apelor fluviale și marine, fenomen cu repercusiuni deosebite asupra dezvoltării vieții în zona de la gura fluviilor, unde formează așa-numita „bară".

Scăderea progresivă a curentului de la izvoare spre vărsare, ca și variațiile determinate de sinuozitățile cursului, au ca efect depunerea unei părți a materialului cărat, determinînd caracteristicile faciesului bental și implicit, structura tipurilor de zoocenoză bentonică.

Transparența apei depinde de natura, volumul și greutatea particulelor aflate în suspensie, de viteza și temperatura apei (E. Pora și I. Oros, 1974), scăzînd progresiv de la izvoare spre vărsare. Astfel, dacă în apele de

munte, transparența este totală, în apele de șes și în fluvii poate scade la cîțiva centimetri, determinînd structura și densitatea asociațiilor vegetale.

Un factor de mare însemnătate pentru metabolismul și succesiunea etapelor ciclului anual al organismelor acvatice îl reprezintă *temperatura* apei. În general, temperatura apelor curgătoare crește din extremitatea superioară a acestora spre cea inferioară, amplitudinea maximă fiind de 11°C.

Concentrația în ioni de hidrogen, (pH-ul) apelor curgătoare variază între 3 și 9, în funcție de caracteristicile vegetației, de natura faciesului bental, ca și de acțiunea impurificatorilor. În regiunile nordice se produce o acidifiere a mediului, datorită aportului de ape provenite din turbării. Mișcarea apei uniformizează însă pH-ul destul de rapid. Datorită acestui fapt, implicațiile acestui factor asupra distribuției și metabolismului organismelor, în condițiile apelor curgătoare, sînt destul de reduse.

Un factor important al desfășurării vieții în mediul acvatic îl constituie *concentrația gazelor solvite*, îndeosebi a oxigenului. Datorită curentului, concentrația acestuia în apele curgătoare se caracterizează de obicei printr-un regim înalt. Se cunosc însă și cazuri de scăderi semnificative, în condiții speciale de îngheț, sau de izolare, datorită configurației terenului (gropi adînci, lipsite de curent). Scăderile de oxigen din fluviul Obi, cauzate de procese oxidative, desfășurate în condiții de îngheț, determină procente însemnate de mortalitate în rîndul faunei piscicole, fenomen cunoscut sub numele de „zamor". Variațiile diurne oscilează, în unele cazuri, în limite mari, ajungîndu-se în cîteva ore, de la o suprasaturație puternică (200%) la reduceri substanțiale (30—40%), în funcție de dinamica fotosintezei și respirației plantelor, ca și de intensitatea proceselor oxidative din depozitele detritice ale faciesului bental.

Concentrația sărurilor solvite depinde într-o măsură foarte mare de caracteristicile regionale ale drenajului, de natura și aportul apelor freatice. Variațiile prezintă o amplitudine largă. De exemplu, în rîurile nord americane, parametrul menționat variază între 1—637 p.p.m. (părți per milion).

5.1.5.3. CARACTERISTICI BIOLOGICE; ADAPTAREA ORGANISMELOR LA CURENTUL APEI

În timp ce apele stagnante reprezintă ecosisteme izolate, apele curgătoare aparținînd aceluiași sistem hidrografic se află în permanentă legătură între ele, comunicînd totodată cu oceanul planetar, fapt ce permite un schimb de organisme, în măsura în care caracteristicile ecologice le permit acest fapt.

Factorul esențial al selecției și evoluției organismelor, al stabilirii componenței biocenozelor în apele curgătoare, îl reprezintă curentul. Se înțelege însă, că și ceilalți factori prezintă o anumită importanță.

Un fenomen caracteristic apelor curgătoare este scăderea progresivă, de la izvoare spre vărsare, a spectrului de diversitate taxonomică. Ilustrativ, din acest punct de vedere, este prezentarea componenței faunei bentonice din Rin: sectorul inferior conține 41 de specii, cel mijlociu, 33 de specii, porțiunea terminală a sectorului superior, 25 de specii; în continuare, pînă la altitudinea de 70°m, se întîlnesc 11 specii, între 700—1 100 m, 5 specii, iar între 1 100—1 900, doar 3 specii (C. S. Antonescu, 1967). Acest fenomen poate fi pus în legătură cu mai mulți factori, între care, viteza de curgere este cel mai important, de aceasta depinzînd parțial și temperatura, debitul sau oxigenul dizolvat.

Datorită curentului, biocenoza planctonică este slab reprezentată în apele curgătoare. Limita curentului la care mai pot exista elemente planctonice este 1 m/s (A. Behning, 1929).

Curentul manifestă tendința de spălare și antrenare la vale a organismelor acvatice. Cantitatea de materie organică, vie sau moartă, și substanța biogenă transportată de curent, timp de un an, reprezintă biodebitul.

Ca urmare a fenomenului de curgere, populările apelor curgătoare se realizează îndeosebi din extremitatea superioară spre cea inferioară și — numai într-o măsură mult mai mică, în sens invers. Fenomenul, valabil la majoritatea animalelor, este deosebit de evident în cazul plantelor. Populările extremității superioare se realizează prin aportul apelor stagnante învecinate, ca și prin transportul de ouă, fragmente vegetative etc. de către diverși agenți (C. S. Antonescu, 1967).

Apele curgătoare reprezintă un mediu mai puțin favorabil dezvoltării macrofitelor, în raport cu cele stagnante. Ca dovadă, în Europa nu există nici o fanerogamă exclusiv de apă curgătoare și numai una *(Ranunculus fluitans)* își are optimum aici. Aceasta, din cauză că înmulțirea prin semințe este aproape cu neputință de realizat în apele curgătoare care, fie că nu se pot fixa, fie că sînt acoperite de sedimente. Din motive similare, din vegetația rîurilor lipsesc fanerogamele anuale. Puține specii de macrofite, îndeosebi mușchiul *Fontinalis antipyretica, Ranunculus fluitans, Potamogeton fluitans* se pot dezvolta în ape cu curent de 70—120 cm/s. La un curent ceva mai scăzut (13—70 cm/s), prosperă ceva mai multe plante, ca de exemplu, unele specii de *Potamogeton*, ciuma apelor *(Elodea canadensis), Lysimachia nummularia*. În schimb, în rîurile lente, dar suficient de transparente, se poate dezvolta o floră bogată, compusă îndeosebi din plante submerse și natante.

Curentul acționează totodată indirect asupra repartiției plantelor, prin efectul ce-l exercită asupra naturii substratului. Astfel, pe faciesul mîlos, care se formează numai în condiții de curent slab, se fixează *Elodea canadensis*, drențele *(Callitriche stagnalis)*, coada calului *(Hippuris vulgaris)*, buzduganul apelor *(Sparganium simplex)*; pe faciesurile tari se pot întîlni *Fontinalis antipyretica, Sium angustifolium, Potamogeton densus*.

Localizarea plantelor în zone cu viteză diferită a apei este determinată adesea de modul de fixare. Astfel, *Elodea* și *Callitriche* prezintă rădăcini filiforme, cu capacitate redusă de fixare, în timp ce *Ranunculus* și *Potamogeton* dispun de rizomi puternici, ce pătrund ușor în faciesuri mai tari.

Plantele acvatice din apele curgătoare prezintă o serie de modificări adaptative în comparație cu formele tipice ce populează apele stagnante.

O modificare morfologică semnalată la nufărul galben *(Nuphar luteum)* este scurtarea pețiolului și micșorarea limbului. Micșorarea suprafeței organelor de asimilație determină ulterior o reducere a habitusului întregii plante.

Interesante modificări adaptative prezintă reprezentanții familiei *Podostemonaceae* ce populează în exclusivitate zonele torențiale ale unor fluvii din America, Africa și Asia. Astfel, rădăcinile cu aspectul unor fire subțiri, ce se lipesc de orice neregularitate a substratului stîncos, fie că sînt lățite, conțin clorofilă și stau lipite intim de substrat, sau plutesc. Cînd rădăcinile au și funcții asimilatoare, frunzele lipsesc, sau sînt foarte reduse. În mod normal, frunzele sînt mari, late, consistente, cu nervura mediană dură; stomatele lipsesc, iar vasele sînt regresate. Lipsa spațiilor intercelulare și prezența unor incluzii silicioase măresc considerabil rezistența frunzelor. Semințele sînt foarte mici și alungite. Purtate de curent, ajung pe fața expusă la curent a

stîncilor submerse, unde se lipesc imediat de suport datorită unei secreții mucilaginoase.

Algele roșii *Lemanea* și *Batrachospermum* populează ape destul de rapide, fixîndu-se de substrat cu un fel de crampoane; alga verde *Cladophora*, ce populează ape ceva mai lente, prezintă de asemeni organe puternice de fixare.

Diverse diatomee *(Gomphonema)*, cianoficee *(Rivularia, Nostoc)*, cloroficee *(Chaetophora, Tetraspora, Drapanaldia)* aderă puternic la substrat cu ajutorul unui mucilagiu al pereților celulari.

Interesante modificări adaptative la condițiile de curent prezintă fauna pîraielor și a rîurilor de munte.

Majoritatea formelor reofile prezintă o puternică turtire dorso-ventrală, fapt ce determină o mărire a suprafeței de aderență la substrat, limitînd totodată rezistența profilului la curent. Asemenea adaptări se remarcă la diverse specii și genuri de spongieri, briozoare, planarii, efemere, plecoptere, trihoptere, acarieni etc. Aplatizarea este uneori atît de accentuată, încît la unele forme, ca de exemplu, la heteropterul *Aphelocheirus*, efemerul *Prosopistoma* și altele, este greu de stabilit dintr-o dată apartenența sistematică, atît de mult s-a schimbat aspectul lor, în comparație cu cel al formelor înrudite. Există și cazuri, mai rare, de turtire laterală a corpului *(Gammarus)* fig. 21. În cazul trihopterelor *Goëra, Silo, Lithax* ș.a. se remarcă o turtire dorso-ventrală a căsuțelor, prin adăugarea unor prelungiri laterale, care nu numai că măresc suprafața de adeziune la substrat, dar le și îngreunează (fig. 22 g).

Suprafața de aderență poate crește prin aplatizarea diverșilor apendici (cazul efemerelor *Epeorus* și *Ecdyurus*). La efemerul *Rhitrogena*, prima pereche de foițe branchiale se contopește, formînd, în regiunea abdominală, o membrană specială care, indiferent de mișcările larvei, rămîne în contact cu substratul (fig. 21b,c, 25).

Pentru evitarea desprinderii de pe substrat de către curent, marginile corpului unor forme reofile sînt prevăzute cu îngroșări, proeminențe și pliuri speciale, sau cu șiruri de peri și țepi, ca de exemplu, la efemerul *Ecdyurus*, coleopterul *Helmis* (fig. 22 a), lipitoarea *Glossiphonia*.

La lipitoare, ca și la larvele dipterelor *Liponeura* și *Bibiocephala* (fig. 22b). există adevărate ventuze antrenate de mușchi radiari și concentrici puternici.

Unele organisme torenticole dispun de gheare puternice, care le permit să se ancoreze de pătura de mușchi sau de alge (cazul hidracarienilor *Aturus, Piona* ș.a. (fig. 22 c, d). Larva dipterului *Simulium* se dezvoltă, în condițiile celor mai puternici curenți, fixîndu-se pe suprafața superioară a pietrelor cu ajutorul unor coroane de cîrlige (fig. 22 e, f).

Foarte puternic se fixează cu ajutorul piciorului gasteropodul *Ancylus*, formă tipică de apă curgătoare.

Multe forme reofile prezintă dimensiuni foarte reduse în comparație cu formele înrudite din apele stătătoare. Deosebit de mici sînt acarienii reofili, ei au lungimea de 0,3—1 mm, față de 2—8 mm, cît au cei din apă stătătoare Larvele unor trihoptere își construiesc căsuțe ancorate cu ajutorul unor pietricele *(Göera)*; alte larve de trihoptere sau chironomide își fixează căsuța de suport cu ajutorul unor fire secretate, sau cu un mucus cleios.

În apa curgătoare nu există buni înotători, în afară de unii pești, iar multe forme reofile își pierd chiar adaptările la înot; picioarele acarienilor reofili sînt lipsite de peri înotători. Cu toată prezența ventuzelor și ghearelor, mișcarea formelor reofile este lentă; coconii lipitorilor, capsulele planariilor ca și icrele unor specii de pești *(Cottus gobio, Phoxinus phoxinus)* sînt fixate

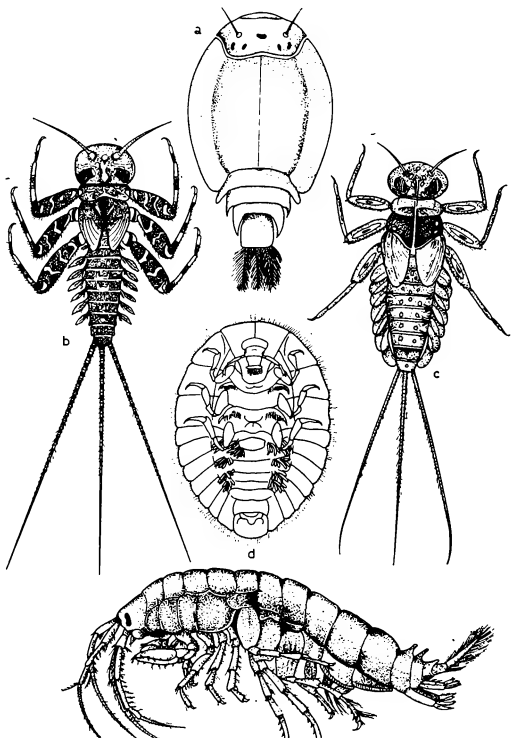


Fig. 21. Adaptări ale animalelor la curentul apei:

1, turtire dorsoventrală a corpului: *a*, larva efemerului *Prosopistoma* (După C. Bogoescu, 1959); *b*, larva efemerului *Heptagenia lateralis* (După H. Bertrand, 1954); *c*, larva coleopterului *Psephenus* (După R. Pennak, 1953); *2*, Turtire laterală a corpului: *e*, gamaridul *Dikerogammarus villosus* (După S. Cărăuşu, E. Dobreanu şi C. Manolache, 1955)

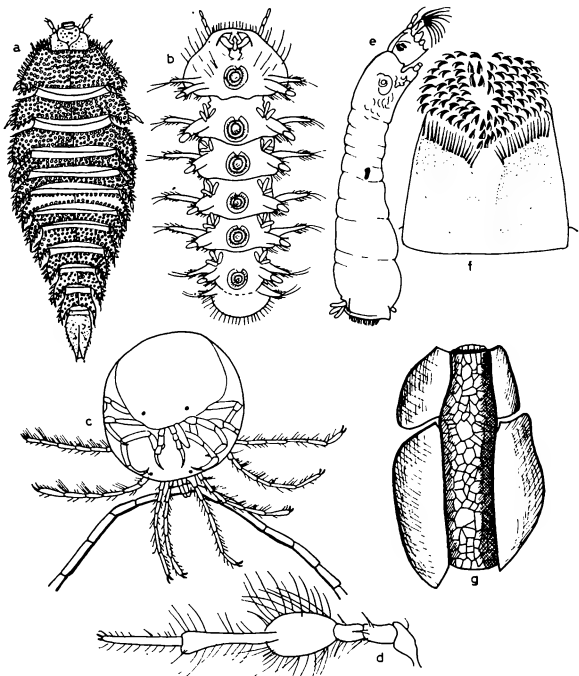


Fig. 22. Adaptări ale animalelor la curentul apei: dispozitive de fixare:
a, peri și țepi la larva coleopterului *Helmis* (După H. Bertrand, 1954), *b*, ventuzele de fixare cu care este dotată larva blefaroceridului *Bibiocephala* (După R. Pennak, 1953); *c*, *d*, Sistem de ghiare la hidracarianul *Piona* (După R. Pennak); *e*, *f*, discuri adezive, țepi și cîrlige la larva de simuliide (După H. Bertrand, 1954); *g*, dispozitive de ancorare a căsuței larvei trichopterului *Gorea* (După R. Pennak, 1953)

puternic de substrat. Atunci cînd totuși există organe specializate de deplasare, ele nu sînt dispuse pe partea ventrală a corpului, ci lateral, în prelungirea planului orizontal al corpului. Astfel, larvele de *Epeorus* și *Perla* se deplasează mișcînd primul și ultimul picioruș de pe o parte, simultan cu piciorușul mijlociu de pe cealaltă parte; în felul acesta, corpul este deplasat fără a se ridica de pe substrat. Un mod aparte de deplasare prezintă larvele de simuliide (fig. 23).

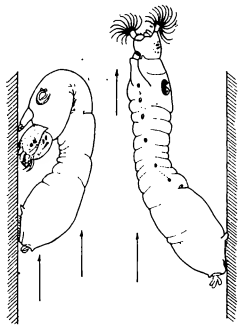


Fig. 23. Adaptări ale animalelor la curentul apei: modul de deplasare al larvelor de simuliide (După H. Bertrand, 1954)

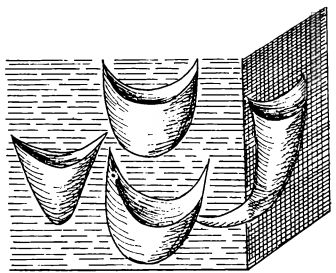


Fig. 24. Adaptări ale animalelor la curentul apei: dispozitive de captare a hranei la larvele de trichoptere (După H. Bertrand, 1954)

Limitarea parțială sau totală a deplasării organismelor torenticole nu se repercutează negativ asupra procesului de nutriție, întrucît hrana este adusă de curent, singura dificultate fiind legată de captarea ei. În cazul unor larve de trihoptere, acest lucru se realizează cu ajutorul unor plase în formă de sac sau pîlnie, orientate cu deschiderea spre curent (fig. 24).

În condițiile menționate, singurele organisme ce se pot deplasa, în mod activ, împotriva curentului puternic al pîraielor și rîurilor montane, sînt peștii. Selecția a operat și în acest caz, înlăturînd peștii al căror corp este turtit lateral, înlocuindu-i cu cei ce au profil transversal cît mai apropiat de forma rotundă.

Temperatura scăzută și puțin variabilă a apelor de munte exercită și ea o influență hotărîtoare. Diferența dintre vară și iarnă nefiind sensibilă, succesiunea anotimpurilor nu are multă înrîurire asupra organismelor: nu se semnalează cazuri de hibernație, iar dezvoltarea larvelor se efectuează în orice anotimp.

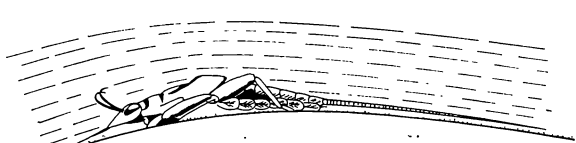


Fig. 25. Adaptări ale animalelor la curentul apei: mularea corpului la efemere în funcție de relieful substratului (După J. Schowoerbel, 1971)

În general, cantitatea hranei consumate este mult mai scăzută, coparativ cu cea a organismelor din apele calde, întrucît temperatura scăzută micșorează viteza de asimilație, ca și dezvoltarea, de altfel. În acest context, ele pot rezista vreme îndelungată la inaniție.

5.1.5.4. BIOTOPI ȘI BIOCENOZE

Izvorul. Locul inițial de constituire al apelor curgătoare, prin apariția la suprafață a maselor de apă freatică, îl reprezintă izvorul (eukrenonul).

Sub raport fizico-chimic, apa izvoarelor prezintă caractere tranzitorii între apele subterane și cele de suprafață (curgătoare sau stagnante). În numeroase cazuri, apa izvoarelor prezintă un conținut ceva mai scăzut în oxigen, dar o concentrație superioară în bioxid de carbon; acesta provine din transformarea bicarbonatului de calciu solvit în carbonat de calciu insolubil, ce se depune pe vegetație și obiectele din apă:

$$CH_2(CO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2.$$

În continuare, datorită temperaturii scăzute și presiunii reduse a oxigenului din apă în raport cu cel din atmosferă, concentrația oxigenului solvit crește rapid, chiar în perimetrul izvorului, fără a se ajunge la valori comparabile cu cele ale zonei de pîrîu. Astfel, de exemplu, gradul de saturație în oxigen al apelor rîului Moldova în zonele de izvor și pîrîu oscilează între 34—60%, respectiv 99—105% (E. A r i o n, 1972). În momentul apariției la suprafață, apa de izvor prezintă o temperatură egală cu cea a apei subterane (care o are pe cea medie a zonei), iar perioada redusă de staționare în perimetrul izvorului nu oferă condiții pentru modificări termice esențiale. În condițiile climaterice ale României, temperatura medie a izvoarelor cu regim termic normal este de circa +8°C. Amplitudinea variațiilor sezoniere este foarte scăzută; în perioada martie-noiembrie temperatura apei în izvorul rîului Moldova oscilează între 19—7,1°C. Există însă și izvoare cu regim termic crescut: izvoarele termale. Reacția apei, neutră inițial, se alcalinizează odată cu pierderea în atmosferă a excesului de CO_2 sau prin consumarea lui în procesul de fotosinteză. În cazul izvorului menționat, pH-ul variază între 7—7,5. Cantitățile de suspensii sînt reduse (1—55 mg/l). Compoziția chimică a apei de izvor este determinată, în ultimă instanță, de natura geologică a terenului.

Tipologic se disting trei tipuri fundamentale de izvoare: limnocren, reocren și helocren. Tipul limnocren prezintă aspectul unor mici bazine, în care apa pătrunde de jos în sus sau lateral, excesul dînd naștere unui pîrîiaș (hypocrenon); fundul este, de regulă, nisipos sau mîlos, curentul slab. Tipul reocren se întîlnește în regiunile calcaroase, sau în lungul faliilor bogate în precipitații și, ca urmare, prezintă un debit superior tipului anterior, apa țîșnind cu putere din stîncă sau de sub pietre; deobicei prezintă un bazin în care se adună apa. Tipul helocren corespunde izvoarelor în care apa mustește din sol, dînd naștere unor zone umede; uneori apa se adună în mici bălțoace, din care se prelinge un pîrîiaș; de cele mai multe ori însă, debitul izvorului este mai mic, secînd complet în perioada călduroasă. Uneori, într-un izvor se reunesc două sau chiar toate cele trei tipuri. De menționat de asemenea, că regimul termic, salinitatea sau poziția geografică pot constitui criterii de clasificare a izvoarelor.

Din punct de vedere biologic, izvoarele prezintă caracteristici tranzitorii între apele subterane și cele de suprafață. Pietrele și stîncile printre care își face loc șipotul izvorului au numai partea inferioară udată și ca urmare a acestui

fapt, la nivelul izvorului are loc totodată o întrepătrundere de organisme acvatice şi terestre. Întrucît apa izvoarelor nu îngheaţă, acestea constituie un refugiu excelent pentru organismele stenoterme ce populează, în perioada caldă a anului, pîrîul.

Între organismele ce intră în componenţa acestor ecosisteme, o parte sînt forme tipice de izvor (crenobii sau crenobionte), o parte pot trăi şi în afara lor, preferînd totuşi biotipul de izvor (crenofile), în timp ce altă parte pătrund aici doar în mod accidental (crenoxene); în rîndul formelor crenofile se includ unele organisme de apă subterană, dintre care cel mai frecvent este lăcăuşul orb şi depigmentat *Niphargus cf. puteanus;* în această categorie se încadrează de asemenea reprezentanţi ai faunei de uscat, iubitori de umezeală (diverse oligochete, gastropodul *Lauria cilindracea,* larve de diptere, păianjeni, hidracarieni, gîndaci stafilinizi etc.)., ca şi forme ce au urcat din pîrîu, îndeosebi în cursul iernii; în categoria formelor crenoxene se includ unii batracieni *(Rana aesculenta).* O caracteristică a tuturor acestor organisme ce constituie fauna de izvor, este amplitudinea redusă a taliei, în raport cu dimensiunile indivizilor aceloraşi specii, localizaţi în alţi biotopi.

Tipul limnocren de izvor permite dezvoltarea unei vegetaţii higrofile, ce serveşte drept hrană şi adăpost pentru o faună relativ variată, dar puţin adaptată la rigorile curentului: oligochete, ostracode, izopode, păianjeni, hidracarieni, coleoptere, mormoloci de broască, forme timpurii de salamandră. Astfel de faună prezintă izvorul rîului Ialomiţa (G h. B r e z e a n u, M. B a l t a c şi V. Z i n e v i c i, 1968); se întîlneşte de asemenea frecvent la izvoarele afluenţilor Dunării din zona Porţile de Fier (E. P r u n e s c u-A r i o n, 1972). Condiţiile favorabile de hrană şi de existenţă permit dezvoltarea unei faune bogate. Astfel, de exemplu, densitatea faunei bentonice din izvorul rîului Ialomiţa variază între 2 000—312 000 ex/m^2.

Iată cum arată, bicenoza unui izvor limnocren din bazinul rîului Mraconia (Porţile de Fier): în bazinul izvorului se dezvoltă o vegetaţie de briofite *(Pelia* sp., *Cratoneurum commutatum, Bryum ventricosum)* ce alcătuieşte un habitat specific pentru faună, constituită în special din ciclopide *(Paracyclops fimbriatus, Eucyclops graeteri)* şi harpacticide *(Bryocamptus pilosus),* oligochete *(Trichodrilus* sp.), moluşte *(Radix peregra),* ostracode *(Candona* sp.), heteroptere *(Naucoris cimicoides),* ceratopogonide, psihodide şi unele larve de chironomide *(Natarsia punctata, Cricotopus* gr. *algarum);* totodată pe fundul nisipos al bazinului se întîlnesc numeroase exemplare de *Rivulogrammarus pulex* şi, mai rar, de *Niphargus* sp.

Izvoarele de tip reocren sînt lipsite de o vegetaţie proprie; se pot localiza, în schimb, unele plante hidrofile. În ansamblu, dispun de resurse trofice medii. Fauna este relativ săracă, alcătuită din larve de trihoptere *(Hydropsiche ornatula, Agapetus comatus),* turbelariate *(Crenobia alpina, Polycelis cornuta),* gamaride *(Rivulogammarus pulex, R. fossarum),* gasteropode *(Ancylus fluviatilis).* În unele izvoare de acest tip îşi depune ponta păstrăvul indigen *(Salmo trutta fario).* Unele izvoare reocrene cu debit redus se preling pe un perete stîncos vertical sau foarte înclinat, nud sau acoperit cu perifiton şi muşchi. Grosimea stratului de apă nu depăşeşte cîţiva milimetri. În această categorie se înscrie izvorul de la Peştera Pescarilor (zona Porţile de Fier). Această nişă madicolă (udată) adăposteşte o faună dominată de gamaride *(Rivulogammarus pulex, Niphargus* sp.), turbelariate *(Polycelis nigra),* ostracode *(Ilyocypris bradyi),* larve de coleopter, psichodide, tipulide şi — mai rar, moluşte, colembole şi larve de chironomide (E. A r i o n, 1972).

Tipul de izvor helocren prezintă o vegetație săracă, alcătuită din plante rezistente la uscăciune. Sursa de hrană a organismelor o constituie detritusul alochton. În ansamblu însă, din punct de vedere trofic, tipul helocren este inferior tipului reocren și îndeosebi, celui limnocren.

Izvorul rîului Moldova reunește caracteristici ale tuturor celor trei tipuri menționate, constituind un izvor de tip limnoreohelocren. Fauna eterogenă a acestui biotop este alcătuită din turbelariate *(Crenobia alpina)*, ostracode *(Cypridopsis subteranea*, specii din genul *Candona, Eucypris pygra)*, amfipode *(Rivulogammarus pulex)*, copepode *(Acanthocyclops bisetosus, A. viridis, Atheyella wierzeiskyi crenofila, Bryocamptus echinatus)*, cladocere *(Macrothris laticornis)*, hidracarieni *(Limnesia maculata, Atractides nodipalpis*, colembole *(Orchesella bifasciata)*, efemere *(Ephemera vulgata)*, plecoptere *(Nemurela mortoni, Leuctra signifiera)*, trihoptere *(Rhyacophyla tristis, Potamophylas* sp., *Drusus brunneus)*, coleoptere *(Elmis megerlei)*, heteroptere *(Corixa* sp.*)*, simuliide *(Eursimulium cryophilum)*, chironomide *(Diamesa prolongata, Tendipedini monoculata, Orthocladius saxicola)*, larve de tipulide, insecte terestre (furnici, acarieni etc.) (E. A r i o n, 1972).

Pîrîul. Șuvița de apă ce depășește perimetrul izvorului se scurge la vale, constituind pîrîul izvorului (hypocrenonul). Debitul său este redus, cursul liniștit, dar vioi; substratul dominant este alcătuit din pietre de dimensiuni mici. În continuare, mici izvoare și pîraie de izvoare se unesc cu șuvoiul principal, ce crește progresiv, constituind un mic pîrîu (epirhytronul); albia acestuia este acoperită cu pietre de mărime mijlocie. La cîțiva kilometri de izvor, pîrîul este deja destul de mare, curge tumultos pe o albie alcătuită din pietre și bolovani, constituind metarhytronul.

În ansamblu, pîrîul se caracterizează printr-o pantă accentuată, viteză mare de curgere (5—6 m/sec.), debit redus, temperatură scăzută în tot cursul anului, cu variații sezoniere scăzute, concentrație crescută de oxigen, mergînd pînă la cazuri de exces, transparență totală și cantitate redusă de suspensii în perioadele de ape normale. Ploile și topirea zăpezilor determină însă o mărire considerabilă a debitului și a cantității de suspensii. Astfel, în zona inferioară de pîrîu (metarhytron) Moldova prezintă o adîncime de 18—19 cm la ape mici, pentru ca la ape mari să depășească mai bine de trei ori această adîncime; în funcție de aceleași parametru, suspensiile variază între 1—63 mg/l. Alte caracteristici: în perioada martie-noiembrie temperatura variază între 1,9—7,1°C; pH-ul 7,3—8,0; oxigenul solvit: 99—105%; reziduu fix: 80—170 mg/l; duritate totală: 5,2—6,0 g germ; alcalinitate: 1,6—1,9 mg/l (E. A r i o n 1972).

Debitul redus, configurația terenului, dominată de bolovani mari de piatră, existența unor praguri și căderi de apă, schimbarea frecventă a cursului de la o viitură la alta, fac posibilă existența a două tipuri de biotopuri: biotopul lotic, situat pe firul apei și cel lenitic, localizat în anumite porțiuni ale zonei de mal, în spatele blocurilor de piatră, în mici bazinașe și brațe colaterale abandonate de cursul principal.

Pietrele și bolovanii din repezișul biotopului lotic al unor pîraie (metarhytron) din zona Porțile de Fier (Povalina, Ogașul ș.a.) ca și Moldova în amonte de localitatea Fundul Moldovei, sau Ialomița la Cheile Tătarului, sînt acoperite de o vegetație reofilă compusă din briofite *(Fontinalis antypiretica, Phylonotis fontana, Acrocladium cuspidatum, Hypnum cordifolium* etc.*)*, alge filamentoase verzi *(Cladophora glomerata, Enteromorpha spiralis)*, cianoficee *(Oscillatoria laevis, O. princeps, Coelosphaerium kutzingiana, Spirulina*

major), rodoficee *(Batrachospermum)* și numeroase diatomee *(Achnantes minutissima, Ceratoneis arcus, Gomphonema constrictum* etc.), alcătuind o „pajiște" ce poartă numele de biodermă vegetală. În desișul ei și pe faciesul pietros se localizează o faună reofilă, alcătuită îndeosebi din planarii *(Crenobia alpina)*, larve de plecoptere *(Leuctra nigra, Perla marginata)*, efemere *(Ephemera vulgata, Caenis robusta, Ephemerella kreghoffi, Ecdyonurus venosus, Epeorus assimilis)* și trihoptere *(Rhyacophila polonica, R. tristis, Hydropsiche pellucidula, Sericostoma flavicorne, Silo piceus, Odontocerum albicorne)*, cărora li se adaugă larve de blefaroceride *(Blepharocerca fasciata)* și simiuliide *(Prosimulium hirtipes, Cnephia ramificata, Eusimulium fluviatile, Simulium simici)*, gamaride *(Rivulogammarus balcanicus)*, gastropode reofile *(Ancylus fluviatilis)* și hidracarieni torenticoli *(Sperchon thori, S. brevirostris, Lebertia pilosa, Atractides nodipalpis, Aturus scaber)* (Gh. Brezeanu, M. Baltac și V. Zinevici, 1968; Gh. Brezeanu și colab., 1970; E. Arion, 1972). Hrana acestei faune este constituită din particule de detritus, antrenate de curentul apei și captate cu dispozitive adecvate (fig. 24), ca și din particule de biodermă. Organismele planctonice lipsesc. Condițiile ecologice permit nu numai dezvoltarea unei faune variate, ci și abundente. În cazul Ialomiței, de exemplu, densitatea numerică a faunei bentonice din biotopul lotic al zonei de pîrîu variază între 650—95 000 ex/m². Fauna piscicolă este dominată de păstrăvul de munte *(Salmo trutta fario)*, el fiind însoțit de zglăvoacă *(Cottus gobio)* și boiștean *(Phoxinus phoxinus)*, pești care îi servesc adesori drept hrană, deși se hrănește mai mult cu microfaună); se întîlnește de asemenea grindelul *(Nemachilus barbatulus)*, zvîrluga *(Cobitis-taenia)*, lipanul *(Thymallus thymallus)*, ce lipsește din Carpații sudici și lostrița *(Hucho hucho)*, cel mai mare, dar și cel mai rar salmonid din apele noastre (P. Bănărescu, 1964).

În biotopul lenitic se remarcă prezența unei faune cu grad superior de diversitate. Astfel, într-un braț colateral al Ialomiței, la Bolboci, invadat cu vegetație și caracterizat printr-un curent slab, se constată dezvoltarea în masă a hidracarienilor *(Sperchon brevirostris)* și a chironomidelor *(Lauterbornia, Orthocladius saxicola, Diamsa prolongata)*; se întîlnesc de asemenea gasteropode *(Pisidium, Limnea stagnalis)*, oligochete *(Fridericia callosa, F. perrieri, Nais communis)*, ostracode *(Eucypris pigra, Candona neglecta)*, colembole *(Isotomurus schaefferi)*, tardigrade *(Macrobiotus macronyx)* și nematode. Densitatea organismelor variază între 90—3 260 ex/m². Aici se remarcă prezența unui potamoplancton, constituit îndeosebi din rotiferi *(Philodina flaviceps, Colurella obtusa, Lepadella ovalis)* și copepode *(Acanthocyclops vernalis)*. El reprezintă o sursă importantă de hrană pentru puietul de pește. În biotopul lenitic își găsesc hrana preferată și unii pești adulți ce populează pîrîul (Ch. Brezeanu, M. Baltac și V. Zinevici, 1968).

Rîul. Captînd noi surse de apă, temporare sau permanente, cursul apei crește progresiv, transformîndu-se în rîu. Albia majoră, redusă în sectorul montan, se mărește considerabil în zona colinară și mai ales, în cea de șes.

Rîul se caracterizează printr-o scădere gradată a pantei și o reducere corespunzătoare a vitezei de curgere (media fiind 1 m/sec); în același timp, variațiile termice se amplifică, fiind de 6—8°C în porțiunea superioară și de 14—16°C, în cea inferioară. Regimul hidrografic depinde de suprafața bazinului de alimentare, natura geologică și regimul de precipitații. Debitul prezintă importante variații sezoniere, cu un maxim în cursul primăverii și la începutul verii și un minim la începutul toamnei. Culoarea depinde de natura și

cantitatea suspensiilor solvite şi a celor aflate în suspensie. Viteza de curgere prezintă variaţii determinate de sinuozităţile albiei. Variaţiile de debit provoacă modificări ale cursului, apar braţe noi, altele vechi se colmatează.

În raport cu relieful străbătut, rîul poate fi: montan (Bistriţa, Cerna), colinar (Siretul), de şes (Călmăţuiul), sau poate întruni toate aceste caracteristici (Ialomiţa).

Apa rîurilor de munte şi parţial a celor colinare, în perioadele lipsite de precipitaţii abundente, prezintă cantităţi reduse de suspensii, transparenţă accentuată, culoare verzuie şi o bună oxigenare a apei; în schimb, apa rîurilor de şes prezintă cantităţi crescute de suspensii, transparenţă redusă, culoare gălbuie-cafenie şi concentraţie mai scăzută de oxigen (tabelul nr. 1).

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale chimismului apelor rîurilor Cerna (zona montană) şi Ialomiţa (zona colinară şi de şes)

(după G h. B r e z e a n u şi colab. 1964; 1968)

Rîul / Date	Cerna (aval Herculane)	Ialomiţa (Dealul Mare)	Ialomiţa (Piua Petrii)
reacţia apei (pH)	7,4	7,8	7,4–7,5
saturaţie oxigen solvit (%)	103–104	100–103	72–92
substanţe în suspensie (mg/l)	12–16,8	7,1–23,6	34–609
reziduu fix (mg/l)	102–184	96–180	1170–1464
duritate totală (g germ.)	5,4–10,9	4,5–6,5	17,8–27,2

Natura faciesului bental se diversifică : în zona montană a rîului (hyporhythron) predomină faciesul bolovănos şi pietros; în sectorul colinar (epipotamon) se remarcă atît prezenţa faciesului pietros, cît şi a celui nisipos, alcătuit din material grosier; în sectorul de şes al rîurilor mari (metapotamon), se constată prezenţa faciesului nisipos, alcătuit din material cu granulaţie medie sau fină, a faciesului argilos, precum şi a amestecului, în porporţii variabile, de nisip şi mîl.

Acolo unde substratul, curentul şi gradul de transparenţă al apei permit, se instalează mici tufe de muşchi *(Fontinalis antypiretica)* şi smocuri de alge filamentoase *(Cladophora glomerata)*, de predilecţie în zona montană; *Spirogira* şi *Ulotrix* îndeosebi în zona colinară şi de şes. Crusta vie de pe pietre din rîurile Cerna şi Ialomiţa este alcătuită din numeroase diatomee fixate prin teci mucilaginoase sau prin mici pedunculi de substrat. *Melosira varians, Diatoma vulgare, Epithemia sorex, Gomphonema constrictum, Navicula cuspidata Sinedra ulna, Rhoicosphenia curvata*; alături de acestea se fixează algele albastre: *Merismopedia tenuissima, Oscillatoria limosa*; algele verzi alcătuiesc mici pete verzi, în componenţa cărora se identifică *Pediastrum bidentulum, Scenedesmus bijugatus, Closterium sp.* etc. (G h. B r e z e a n u şi colab., 1694, 1968; E. A r i o n şi L. E l i a n, 1966). În zonele joase de mal şi de întinsură ale rîurilor lente de şes se instalează o vegetaţie palustră alcătuită din buzduganul apelor *(Sparganium ramosum)*, coada calului *(Equisetum)*, pipirig *(Scirpus lacustris)* şi chiar papură *(Typha)* sau stuf *(Phragmites)*. Avînd o viteză redusă de curgere (0,25 m/sec.) şi un debit modest (0,4 m^3/sec.), Călmăţuiul prezintă în anumite porţiuni, o vegetaţie submersă bine dezvoltată, alcătuită din broscariţă sau paşă *(Potamogeton fluitans, P. natans, P. luscens)*

(E. Arion şi L. Elian, 1966). În alte rîuri de şes se întîlneşte chiar şi o vegetaţie natantă, alcătuită din iarba-broaştelor *(Hydracharis morsus ranae)*, peştişoară *(Salvinia natans)* sau lintiţă *(Lemna)*.

Potamoplanctonul sectorului montan şi colinar al rîurilor este destul de redus sub raport calitativ, dar mai ales cantitativ. Printre formele euplanctonice vegetale ale rîului Cerna se numără diatomeele *Ceratoneis arcus*, *Fragilaria* sp., *Achananthes* sp., *Caloneis amphisbaena*, *Navicula gracilis*, cianoficeele din genurile *Merismopedia* şi *Anabaena*, dinoflagelatul *Peridinium*, cloroficeele *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* şi *Tetraedron longispinum*. Grupa dominantă ca abundenţă o alcătuiesc diatomeele (50—96%). Zooplanctonul este reprezentat îndeosebi prin rotiferi *(Euchlanis deflexa, E. dilatata, Colurella adriatica, Anuraeopsis fissa, Lecane lunaris)*; deosebit de rare sînt cladocerele *(Chydorus sphaericus)* şi copepodele *(Eucyclops serrulatus, Acanthocyclops vernalis)* (Gh. Brezeanu şi V. Marinescu-Popescu, 1964). Mult mai bine reprezentat este potamoplanctonul în rîurile lente de şes. În Călmăţui, densitatea fitoplanctonului ajunge pînă la 154 000 ex/l, iar a zooplanctonului, la 100 ex/l. Dintre formele fitoplanctonice predomină diatomeele *Navicula*, *Melosira varians*, *Bacillaria paradoxa*, euglenoficeele *Euglena oxyuris*, *E. acus*, cloroficeele *Pediastrum duplex* şi *Actinastrum hantzschii*. Dintre formele zooplanctonice, predomină rotiferele *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Lecane lunaris*, *Colurella adriatica*, *Filinia longiseta*; dintre copepode *Mycrocyclops minutus* şi *Acanthocyclops viridis*, iar dintre cladocere, *Chidorus* sp. (E. Prunescu—Arion şi L. Elian, 1962).

În ceea ce priveşte zoobentosul, pe măsura trecerii din sectorul superior al rîului în cel mijlociu şi inferior, dominanţa faunei oxifile de insecte este înlocuită cu cea a faunei de viermi (oligochete, nematode, hirudinee) şi insecte puţin pretenţioase la concentraţia oxigenului solvit (chironomide, ceratopogonide) (M. Papadopol, 1978).

În zona montană a rîurilor Cerna, Bistriţa etc. (Gh. Brezeanu şi V. Marinescu-Popescu, 1964; I. Miron, 1960) pe faciesul pietros se dezvoltă o faună dominată de efemere *(Ephemera sp., Baetis rhodani, Chitonophora krighoffi)*, plecoptere *(Amphinemura, Leuctra, Isoperla)*, simuliide *(Prosimulium hirtipes)*, trihoptere *(Hydropsiche guttata, Leptocerus bilineatus)* şi gasteropode *(Ancylus fluviatilis)*. În bioderma ce acoperă faciesul pietros, pe lîngă formele menţionate, se întîlnesc oligochete fitofile (specii din genul *Nais*) şi hidracarieni *(Hygrobates calliger, Aturus scaber, Atractides gibberipalpis)*. În detritusul vegetal dintre pietre există o faună dominantă de oligochete *(Limnodrilus hoffmeisteri)* şi chironomide *(Tanytarsus* gr. *exiguus, Diamesa campestris, Orthocladius* gr. *saxicola, Eukiefferiella longicalcar)*. Datorită curentului puternic şi debitului mare al rîului, densitatea organismelor pe faciesul pietros este relativ scăzută (50 — 5000 ex/m², respectiv 0,6—8,4 g/m²); o situaţie asemănătoare se constată la organismele existente în bioderma vegetală (300 ex/m², respectiv 3,4 g/m²); în schimb, o abundenţă mai mare se remarcă în cazul faunei din detritusul vegetal, existent în zone de curent mai redus (15 000—20 000 ex/m²), cu o biomasă medie de 5,3 gr/m² (Gh. Brezeanu şi V. Marinescu-Popescu, 1964).

În zona colinară a rîului Ialomiţa, pe faciesul de prundiş, alcătuit din lespezi de piatră, nisip grosier şi detritus, în care primul predomină, se evidenţiază o faună dominantă de chironomide *(Lauterbornia, Tanitarsus* gr. *exiguus, Diamesa prolongata)*, oligochete *(Limnodrilus hoffmeisteri)* şi hidracarieni *(Atractides nodipalpis, Lebertia violacea)*, la care se adaugă gastropodele

(Ancylus fluviatilis) şi într-o măsură mai scăzută, efemerele *(*specii din genul *Baetis, Oligoneuriella rhenana, Caenis macrura)* şi trihoptere *(Agapetus delicatulus, Goëra pilosa)*. Densitatea numerică a faunei bentonice din zona colinară a rîului Ialomiţa oscilează între 1 300—46 000 ex/m², fapt ce indică o scădere în raport cu densitatea faunistică a zonei de pîrîu şi — mai ales — cu cea a zonei de izvor.

În bentalul mîlos şi mîlo-nisipos al rîurilor de şes (Călmăţuiul, sectorul inferior al Ialomiţei) predomină oligochetele *(Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri, Eisenniella tetraëdra)* şi chironomidele *(Lauterbornia, Tanytarsus* gr. *exiguus, T. semireductus. I.* f.l. *plumosus, Procladius, Pelopia punctipennis)*. În porţiunile unde abundă vegetaţia submersă, se remarcă numeroase moluşte *(Valvata piscinalis, Planorbis corneus, Physa fontinalis, Radix ovata, Tropidiscus planorbis)*. În zonele cu mult detritus vegetal se întîlnesc numeroase ostracode *(Candona neglecta, Ilycypris gibba)* (E. Prunescu-Arion şi L. Elian, 1962). Ca urmare a scăderii puterii de spălare a curentului şi a îmbogăţirii biotopului în materie organică, densitatea faunei bentonice din zona de şes a rîurilor poate fi superioară celor existente în zonele colinare şi montane, caracterizate prin curent puternic şi resurse mai reduse de hrană. De exemplu, în zona de şes a rîului Ialomiţa (amonte Slobozia), densitatea organismelor bentonice variază între 16 000—227 000 ex/m² (G h. Brezeanu şi colab. 1968).

Ihtiofauna zonei montane a rîurilor este dominată de lipan *(Thymallus thymallus)* şi moioagă *(Barbus meridionalis petenyi)*; a zonei colinare, de scobar *(Chondrostoma nasus)* şi clean *(Leuciscus cephalus)*, iar a celei de şes, de către mreană *(Barbus barbus)* şi crap *(Cyprinus carpio)* (P. Bănănescu, 1964).

Fluviul reprezintă cel mai mare tip de apă curgătoare. Străbătînd continentul de-a lungul mai multor mii de kilometri, el colectează debitul unor numeroşi afluenţi, vărsîndu-se, în cele din urmă, într-un bazin marin sau oceanic. Acest tip se caracterizează prin pantă mică, viteză redusă a curentului (în medie 0,15 m/sec.), debit mare, structură uniformă a faciesului bental pe suprafeţe întinse, cantitate mare de suspensii alcătuite din particule fine, transparenţă redusă a apei; conţinutul în oxigen şi regimul termic variază în limite destul de largi.

În sectorul românesc, Dunărea prezintă o pantă ce scade progresiv de la 34 cm/km în defileu, la 2,8 cm/km în aval de Brăila. Debitul mediu este de aproximativ 6 000 m³/sec., în timp ce extremele oscilează între 2 200—18 000 m³/sec. În dependenţă de pantă şi debit, viteza curentului oscilează între 3—5 m/sec. în defileu (înainte de construcţia lacului de baraj Porţile de Fier), scăzînd la 0,6—0,7 m/sec. în zona de vărsare. Temperatura apei în decursul anului oscilează între 0—26°C. Transparenţa medie a apei este de 27—37 cm, scăzînd la 10—13 cm în timpul viiturilor şi ajungînd pînă la 40 cm în perioada apelor scăzute. Variaţiile pH-ului sînt mici (7,66—7,92). Reziduul fix (totalitatea substanţelor solide, minerale şi organice, aflate în soluţie) este scăzut (150—360 mg/l). Suspensiile totale oscilează între 90—325 mg/l. Cantitatea de oxigen este destul de ridicată, nescăzînd sub 5,5 ml/l.

Deseori, fluviile prezintă albii majore (lunci), îndeosebi în sectorul inferior, conţinînd zone de apă permanentă (lacuri, bălţi, gîrle de legătură) şi terenuri inundate periodic, la viituri. Suprafaţa luncii Dunării însumează 460 000 ha. La vărsarea în mări închise, uriaşele cantităţi de aluvuni tîrîte sau purtate în suspensie se depun, formînd delte. În această categorie se înca-

drează și Dunărea, ce prezintă o deltă de 435 000 ha. În schimb, la vărsarea în mări deschise sau oceane, alternanța fluxului cu refluxul spală și lărgește albia fluviului, formînd estuare.

În zona de contact a fluviului cu marea se produce o modificare puternică a caracteristicilor fizico-chimice și biologice ale celor două tipuri de apă.

Datorită mărimii deosebite a acestui tip de apă curgătoare, longevității și caracterului său stabil de-a lungul unor perioade geologice, simplității cadrului geografic și amplitudinii reduse de variație a celor mai importanți factori fizico-chimici, fluviul posedă asociații de organisme mult mai stabile decît celelalte tipuri de apă curgătoare; mai mult de atît, fiecare fluviu prezintă anumite forme endemice ce nu se regăsesc în componența altor bazine.

Potamoplanctonul prezintă o componență variată, cuprinzînd atît forme proprii, cît și forme provenite din afluenți sau ape stagnante limitrofe. Compoziția lui este specifică pentru fiecare fluviu. Astfel, de exemplu, Dunărea între Baziaș și vărsare prezintă 269 unități taxonomice fitoplanctonice și 155 zooplanctonice.

Grupul dominant în fitoplancton (75% din taxoni) îl reprezintă diatomeele. Dintre acestea abundă *Melosira granulata, Cyclotella chaetoaras, C. meneginiana, Stephanodiscus astraea, Asterionella formosa* și *Fragilaria crotonensis*. Algele verzi (cloroficeele) sînt reprezentate îndeosebi prin specii din genurile *Pediastrum* și *Scenedesmus*, iar algele albastre (cianoficeele), prin *Aphanizomenon flos-aquae* și *Anabaena spiroides*. În afara formelor fitoplanctonice fluviatile, în apa Dunării se întîlnesc numeroase forme de proveniență lacustră și chiar specii pseudoplanctonice, ce aparțin de fapt microfitobentosului sau perifitonului. Ca urmare, numărul formelor algale depășește cifra de 700 (M. Oltean, 1960; 1967; L. și C. Gavrilă, 1969). Densitatea fitoplanctonului variază între 25–64 000 ex/l la Orșova (înainte de apariția lacului) (E c. Popescu, 1960) și 10 000–580 000 ex/l pe brațul Sulina (V. Popescu, 1963).

Zooplanctonul este reprezentat îndeosebi prin rotifere (2/3 din totalul taxonilor). Dintre acestea, se remarcă îndeosebi *Brachionus calyciflorus, Br. angularis, Keratella quadrata, Asplanchna priodonta, Polyarthra vulgaris* și *Filinia longiseta*.

Protozoarele sînt reprezentate cu precădere prin *Carchesium rachmanni, Diflugia acuminata* și *D. oblonga*, copepodele prin *Cyclops leukarti, C. strenuus, Acanthocyclops vernalis, Macrocyclops albidus*, iar cladocerele prin *Bosmina longirostris, B. coregoni, Sida cristalina, Moina micrura*. Ca și în cazul fitoplanctonului, majoritatea formelor zooplanctonice găsite în fluviu provin din apele temporare sau sînt forme pseudoplanctonice, provenind din vegetație sau bentos. Densitatea organismelor zooplanctonice în Dunăre variază între cîteva organisme/l și cîteva sute (3—351 ex/l), iar biomasa acestora, între 0,4–4 mg/l (V. Enăceanu, 1967). Ca urmare a scăderii treptate a curentului și a creșterii aportului zonei inundabile, abundența planctonului în Dunăre crește de la Baziaș spre vărsare.

Fluviile transportă în bazinele de vărsare mari cantități de plancton. Astfel, fluviul Illinois transportă anual peste 200 000 tone plancton, respectiv 60 000 t substanță uscată, conținînd circa 3 000 t azot și 1 t fosfor. Adăugînd substanța uscată de natură bacteriană, plus substanța organică moartă, se obțin cantități impresionante. Brațul Sulina, care însumează circa 16,5% din debitul lichid al Dunării, transportă anual în mare aproximativ 33 000 t zooplancton.

Potamoplanctonul reprezintă o importantă sursă de hrană pentru puietul de peşte şi peştii adulţi planctonofagi.

Fluviile posedă un bentos bine dezvoltat, alcătuit din bacteriobentos, fitomicrobentos şi zoobentos.

Organismele bentonice, îndeosebi cele zoobentonice, reprezintă hrana principală pentru majoritatea ihtiofaunei fluviale.

Zoobentosul sectorului românesc al Dunării însumează aproximativ 350 de specii, dintre care 65 chironomide, 52 oligochete, 47 gasteropode şi 38 lamelibranhiate (V. Enăceanu, 1967).

În funcţie de natura faciesului şi viteza curentului, în fluvii se evidenţiază mai multe tipuri de zoocenoză bentonică: litoreofilă, argiloreofilă, psamoreofilă, peloreofilă şi fitofilă, ca şi unele combinaţii între tipurile fundamentale (de exemplu zoocenoza psamopeloreofită (V. I. Jadin, 1950). În sectorul românesc al Dunării sînt identificate numai primele patru zoocenoze şi unele combinaţii între ele.

Diversitatea faunistică a zoocenozelor bentonice diferă. De exemplu, în Nipru, în zona pragurilor (înainte de regularizarea cursului), zoocenoza de pe faciesul pietros prezenta 60 de componente, iar zoocenoza psamoreofilă, doar 9; zoocenoza peloreofilă 28 componente, iar cea fitoreofilă 36 componente.

Zoocenoza litoreofilă a Dunării se menţine la o viteză a curentului de 0,40—0,90 m/sec. Ea este dominată de amfipode *(Corophium curvispinum, C. maeoticum, C. robustum, Chaetogammarus tenellus behningi, Dikerogammarus haemohaphes fluviatilis, Pontogammarus obesus*, gasteropode *(Theodoxus fluviatilis, Th. danubialis, Lithoglyphus naticoides*, lamelibranhiate *(Dreissena polymorpha)*, larve de trihoptere *(Rhyacophila nubila, Hydropsiche guttata, Ncureclepsis bimaculata)*, simuliide *(Cnephia danubica, Simulium reptans)* şi efemere *(Polymitarcis virgo, Bäetis bioculatus)*. În condiţii excepţionale, această zoocenoză se remarcă prin densităţi numerice şi gravimetrice apreciabile: 400 000—500 000 ex/m², respectiv, 200—250 g/m². În Dunăre această zoocenoză era bine reprezentată, înainte de formarea lacului de baraj Porţile de Fier, în defileul carpatic. Aici, în Cazane, se remarcau cele mai ridicate densităţi de corofiide din toate fluviile ponto-caspice (M. Băcescu, 1944).

Din zoocenoza de tip ponto-caspic adăpostită în defileul Dunării, triclada *Palaeodendrocoelum romanodanubialis* se întinde în tot faciesul pietros al Dunării inferioare. Codreanu (1950) foloseşte prezenţa faunei relicte de origine marină pentru a clarifica natura geomorfologică a defileului Dunării care apare astfel ca o veche vale antecedentă de comunicare a bazinului Panonic cu cel Getic, ale căror ape au fost progresiv îndulcite din sarmaţian.

Zoocenoza psamoreofilă este zoocenoza dominantă pentru bentosul din sectorul românesc al Dunării. În general, ea se află dispusă pe zone întinse, unde viteza curentului variază între 0,25—0,80 m/sec. Componenţa este determinată de oligochete *(Propappus volki, Potamodrilus stephensoni)*, lamelibranhiate *(Sphaerium riviculum)* şi gamaride *(Pontogammarus sarsi)*. Dezvoltarea biocenozei este înceată şi adeseori stopată de instabilitatea maselor de nisip. Cu toate acestea, în Volga densitatea numerică a zoocenozei bentonice ajunge pînă la 540 000 ex/m²; în general însă, valorile sînt mult mai reduse. În Dunăre, zoocenoza psamoreofilă este cea mai săracă zoocenoză bentonică, atît sub raport calitativ, cît şi cantitativ. Biomasa ei oscilează între 0,1 g/m² (în sectorul bulgăresc) şi 10,9 g/m² (pe braţul Sulina) (V. Popescu-Marinescu, 1964).

Zoocenoza argiloreofilă ocupă arii restrînse în bentalul fluviilor. De exemplu, doar 4,52% din sectorul bulgăresc al Dunării este ocupat de această zoocenoză. Componența este dominată de chironomide *(Glyptotendipes)*, și efemere *(Polymitarcis virgo, Palingenia longicauda* și, mai puțin, *Ephemera vulgata)*, unele trihoptere și odonate. În Volga, biomasa faunei argiloreofile măsoară pînă la 23 g/m². În Dunăre ea este de 8,7 g/m² (pe brațul Chilia), iar densitatea numerică, aproximativ 1650 ex/m² (pe brațul Sfîntu Gheorghe) (Gh. Brezeanu și E. Prunescu-Arion, 1962).

Zoocenoza peloreofilă se dezvoltă la o viteză a apei mai mică de 0,25 m/sec. Elementele dominante sînt oligochetele *(Tubifex tubifex, Branchiura sowerbyi, Limnodrilus hoffmeisteri, L. claparedeianus*, chironomidele *(Chironomus reductus)* și lamelibranhiatele *(Unio pictorum, Anodonta piscinalis)*. În Dunăre biomasa acestei zoocenoze este de circa 11,7 g/m² (pe brațul Chilia), iar densitatea numerică, de aproximativ 6750 ex/m² (pe brațul Sfîntu Gheorghe).

Fitoreobiocenoza apare în condiții de transparență accentuată a apei și de curent scăzut. Componența zoocenozei este dominată net de către chironomide *(Endochironomus nymphoides, Cricotopus* sp., *Trichocladius algarum)*. Densitatea numerică a organismelor fitofile ajunge la 100 000—150 000 ex/m² (V. I. Jadin, 1950).

Fauna piscicolă se remarcă printr-o componență specifică bogată. Astfel, de exemplu, în Amur au fost semnalate 99 de specii, în Volga, 74, în Dunăre, 83 specii autohtone și cîteva specii aclimatizate în diverse iazuri și eleștee, pătrunse întîmplător în fluviu.

Fiecare fluviu conține cîteva forme proprii. În Volga: vobla și beluga; în Amur: plătica albă și plătica neagră, șalăul golian și avatul; în Rin: somonul *(Salmo salar)* și scrumbia oceanică *(Alosa vulgaris)*; în Dunăre: fusarul *(Aspro streber)*, pietrarul *(A. zingel)*, răspărul *(Acerina schraetser)*, cega *(Acipenser ruthenus)*, viza *(A. nudiventris)*, dunărița *(Sabanejewia bulgarica)* (C. C. Antonescu, 1967).

Aproximativ 75% din speciile de pești ce populează sectorul românesc al Dunării se hrănesc cu organisme bentonice și planctonice. În prima categorie se include crapul *(Cyprinus carpio)*, cega *(Acipenser ruthenus)*, mreana *(Barbus barbus)*, morunașul *(Vimba vimba)*, văduvița *(Leuciscus idus)*, batca *(Blicca björkna)* etc.; din cea de a II-a categorie face parte obletul *(Alburnus alburnus)*, fufa sau plevușca *(Leucaspius delineatus)*, boarța *(Rhodeus sericeus amarus)*, gingirica *(Clupeonella cultriventris)*, undreaua *(Syngnathus nigrolineatus)*. În felul acesta ihtiofauna valorifică sub o formă superioară verigile inferioare ale lanțului trofic al fluviului. Restul de 25% din ihtiofauna Dunării valorifică în mod indirect potențialul trofic al bazinului, fiind forme răpitoare. În această categorie se include somnul *(Silurus glanis)*, avatul *(Aspius aspius)*, morunul *(Huso huso)*, știuca *(Esox lucius)*, șalăul *(Stizostedion lucioperca)*, bibanul *(Perca fluviatilis)*, mihaltul *(Lota lota)* ș.a. (Th. Bușniță și V. Zinevici, 1963).

Doar o mică parte din ihtiofauna Dunării se menține exclusiv în fluviu. Din această categorie face parte sabița *(Pelecus cultratus)*, pietrarul *(Aspro zingel)* sau fusarul *(A. streber)*. O importanță economică deosebită prezintă migratorii anadromi (peștii care pătrund în susul fluviului, venind din mare pentru reproducere): morunul *(Huso huso)*, nisetrul *(Acipenser güldaenstaedti)*, păstruga *(A. stellatus)*, șipul *(A. sturio)*, viza *(A. nudiventris)*, scrumbia de Dunăre *(Alosa pontica)*, rizeafca *(Alosa caspia nordmanni)*, gingirica *(Clupeonella cultriventris)*. Acestea sînt specii de origine dulcicolă,

adaptate secundar la condiții de apă salmastră și marină (E. Pora și L. Oros, 1974). Migratorii catadromi (pești ce se reproduc în mediul marin, dar care cresc și se maturează în fluvii sau în zona de la gura acestora), sînt reprezentați în Dunăre printr-o singură specie: *Anguilla anguilla*. De remarcat că în Dunăre pătrund numai o parte din exemplarele de sex feminin, în timp ce masculii și o parte din femele se opresc în melelele din fața gurilor fluviului (V. Zinevici, 1967) O parte din ihtiofauna Dunării o constituie semimigratorii reofili, ce provin din afluenți: mreana *(Barbus barbus)*, cleanul *(Leuciscus cephalus)*, scobarul *(Chondrostoma nasus)* ș.a. Cea mai numeroasă grupare o constituie semimigratorii stagnofili, ce iernează în fluviu și se reproduc în zona inundabilă; somnul *(Silurus glanis)* și crapul *(Cyprinus carpio)*, sînt cei mai importanți pești din această categorie.

Peștii ce populează Dunărea manifestă o sensibilitate diferită la concentrația oxigenului solvit. O parte din ei (scrumbia de Dunăre, rizeafca, gingirica, șalăul, sabița, obletul mare, mihalțul, pietrarul, fusarul, răspărul, morunașul) au nevoie de o concentrație mare de oxigen (6,5—16 mg/l); alte specii (morunul, nisetrul, păstruga, cega, somnul, știuca, obletul, mreana, ghiborțul, bibanul, cosacul, văduvița) manifestă o sensibilitate medie față de factorul menționat (4—16 mg/l), sau o sensibilitate redusă (1—15 mg/l); în ultima categorie se include crapul, plătica, caracuda, carasul, argintiu, linul, anghila, țigănușul.

Răspîndirea ihtiofaunei de-a lungul sectorului românesc al Dunării depinde deci, pe de o parte, de caracteristicile factorilor mediali, pe de altă parte, de caracteristicile ecologice ale peștilor. În funcție de aceste caracteristici, Th. Bușniță și V. Zinevici (1963) stabilesc o zonare a ihtiofaunei dunărene:

Zona Baziaș-Corabia prezenta înainte de construirea barajului de la Gura Văii o ihtiofaună constituită dintr-un amestec de specii reofile, ce coborau din afluenții montani; aici se întîlneau mreana comună, scobarul, cleanul, mihalțul, mreana vînătă, pietrarul, fusarul în cantități mai mari decît în celelalte zone. Aici migrau pentru hrană și reproducere cega, morunul, nisetrul și uneori păstruga. Era zona cu cel mai mare procent de răpitori (41%).

Zona Corabia-Călărași constituie locul preferat de reproducere al sturionilor (morunul, nisetrul, păstruga), precum și locul aproape exclusiv de reproducere al scrumbiei de Dunăre. Înainte de îndiguirea albiei majore a fluviului, această zonă se afla sub influența luncii sale inundabile, care oferea locuri prielnice de reproducere pentru crap, plătică și batcă. Ca o consecință, în albia minoră a fluviului cîrduiau mari cantități de puiet.

Zona Călărași-Brăila includea înainte de îndiguire marile insule Brăila și Borcea, ce însumau o suprafață de peste 160 000 ha. Fundul apelor din lunca inundabilă se afla, de regulă, sub etiajul Dunării, creînd condiții favorabile pentru reproducerea sau cîrduirea crapului, sabiței, văduriței, somnului, precum și locurile de creștere a unor migratori anadromi, ca scrumbia de Dunăre, rizeafca și gingirica.

Zona Brăila — gurile de vărsare (Dunărea maritimă) se remarcă printr-un amestec ce cuprinde toate speciile existente permanent sau temporar în fluviu. Speciile dominante sînt sturionii (morunul, nisetrul, păstruga) și alosele (scrumbia de Dunăre).

Producția biologică a fluviului depinde într-o măsură importantă de interdependența acestuia cu zona inundabilă (lunca și Delta). Influența se

Tabelul 2

Densitatea numerică a planctonului din Dunăre în raport cu gura gîrlei Nedeia
(după Gh. Brezeanu și V. Popescu-Marinescu, 1965)

Componența \ Densitatea/l	Amonte Nedeia	Aval Nedeia
Diatomeae	212 860	1 124 700
Chlorophyceae	42 920	75 900
Cyanophyceae	54 520	320 850
Conjugatae	2 900	2 300
Total fitoplancton	312 200	1 523 750
Protozoa	8	14
Rotatifera	46	402
Copepoda	28	602
Cladocera	—	24
Total zooplancton	82	1 042

exercită indirect, prin aportul de substanțe biogene, cît și direct, prin aportul de organisme planctonice și pești. Astfel, de exemplu, densitatea planctonului în Dunăre, în amonte și aval de gura gîrlei Nedeia, diferă în mod semnificativ (tabelul 2).

La rîndul său, prin aportul de apă și substanțe fertilizante, prin determinarea perioadei, mărimii și duratei inundațiilor, fluviul determină evoluția și dinamica ecosistemelor zonei inundabile (N. Botnariuc, 1976, G. Antipa, 1910).

5.1.5.5. ACȚIUNEA FACTORULUI UMAN ASUPRA ECOSISTEMELOR APELOR CURGĂTOARE

Societatea umană exercită o puternică și multiplă acțiune asupra apelor curgătoare, influențînd evoluția ecosistemelor sale. Menționăm, în acest sens, acțiunile de amenajare, exploatarea resurselor și utilizarea apelor în scopuri industriale sau menajere.

Amenajarea cursului unei ape curgătoare are în vedere regularizarea cursului, prin eliminarea unor bucle și sinuozități ale albiei, copertarea zonei de mal cu dale de piatră și beton, îndiguirea și scoaterea din circuit a zonei inundabile, construirea de lacuri artificiale etc., acțiuni cu implicații profunde și uneori neprevăzute asupra vieții din aceste bazine. Transformarea unei ape curgătoare într-un canal rectiliniu determină creșterea puterii de spălare a faciesului bental în timpul viiturilor și uniformizarea condițiilor de viață; pavarea cu dale de piatră a zonei de mal determină scăderea considerabilă a producției biologice a celei mai importante zone a unui bazin acvatic, zona litorală. Eliminarea zonei inundabile din circuitul unei ape curgătoare are implicații importante asupra producției piscicole, cele mai valoroase specii de pești reproducîndu-se în zona inundabilă; prin aportul de aluviuni, apa curgătoare mărește fertilitatea terenurilor agricole din zona inundabilă; aportul de săruri dizolvate din terenurile zonei inundate contribuie la mărirea producției organismelor autotrofe din apa curgătoare. Bararea cursurilor de apă are implicații asupra migrației peștilor. Construirea unor lacuri pe traseul apelor curgătoare modi-

fică în mod radical componența biocenozelor. Desigur, civilizația de astăzi nu se poate concepe fără amenajarea cursurilor de apă curgătoare. Necesitățile industriei, agriculturii, navigației, securitatea localităților nu se pot concepe fără aceste amenajări. Ele trebuie făcute însă în urma unor studii complexe, eliminînd riscul unor evoluții nedorite ale ecosistemelor acvatice.

Exploatarea neraționalâ a resurselor biologice ale apelor curgătoare poate duce la dispariția unor specii valoroase; aclimatizarea pripită a unor specii provenite din alte bazine poate avea implicații mari asupra echilibrului biocenotic. Și în acest caz este necesar avizul competent al specialistului.

Un proces de impurificare are loc și în mod natural. Torenții formați după ploaie sau după topirea zăpezii antrenează în apele curgătoare din sectorul montan și colinar importante cantități de frunziș, masă organică greu putrescibilă, ce se depozitează în anumite zone, modificînd structura faciesului bental și determinînd schimbări în componența calitativă și cantitativă a biocenozei. Pîraiele sînt uneori impurificate cu ape provenite din turbării, caracterizate printr-un pH acid, încărcare cu acizi humici și alți produși toxici. Poluarea naturală a apelor curgătoare are însă un caracter limitat ca intensitate, întindere în spațiu și timp.

Industria și necesitățile menajere ale marilor centre urbane solicită un consum tot mai intens de apă dulce și din acest punct de vedere, rîurile și fluviile oferă un volum superior de apă în raport cu apele stagnante. În acest proces de folosire și redare a apei în circuitul natural, apa poate suferi un proces de impurificare.

Poluarea artificială se deosebește de cea naturală atît cantitativ, cît și calitativ.

O apă curgătoare se reînnoiește neîncetat; totodată, curgerea determină un proces mecanic de oxigenare. Din acest punct de vedere, apa curgătoare rezistă cu mai mult succes procesului de poluare în raport cu apele stagnante. Pe de altă parte, datorită faptului că apele sînt curgătoare, există pericolul potențial ca acestea să sufere impurificări repetate, provenite din mai multe surse.

O apă curgătoare poate fi poluată, atît cu impurități anorganice (neputrescibile), cît și cu impurități de natură organică (putrescibile).

În prima categorie intră substanțele în suspensie, scursorile acide sau alcaline, anumite substanțe toxice, ca și o serie de substanțe care alterează gustul și mirosul apei.

Substanțele în suspensie astupă epiteliul branchial al peștilor și se depun pe faciesul bentonic, distrugînd sau dereglînd echilibrul biocenotic. Instalațiile de decantare pot reduce considerabil din efectele negative ale acestui tip de poluare.

Efecte mult mai nocive produc acizii și substanțele alcaline, majoritatea organismelor fiind sensibile la schimbări bruște de pH. Torenții temporari antrenează în apele curgătoare îngrășăminte chimice care modifică gradul de eutrofie al acestora, determinînd fenomenul de „înflorire". În poluarea cu acizi și baze se recomandă amestecul prealabil al acestor impurificatori cu mari cantități de apă curată, sau mai degrabă folosirea substanțelor tampon.

În apele curgătoare pot ajunge diverse substanțe toxice: insecticide și alte pesticide antrenate de ploi de pe terenurile agricole, o serie de toxice industriale, substanțe organo-fosforice, amoniac, gudroane, crom, zinc, mercur ș.a. În aceste cazuri combaterea poluării se face prin neutralizări, coagulări, oxdări. În ultimul timp se preconizează utilizarea unor organisme — bacterii,

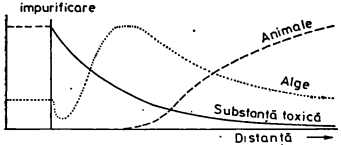


Fig. 26. Influența deversărilor toxice asupra biocenozelor din apele curgătoare

plante sau animale care au rol de bioacumulatori — ce pot fi ulterior extrase din ape și distruse.

Destul de dificil de combătut sînt substanțele care modifică calitățile organoleptice. Dintre acestea menționăm reziduurile din industria petrolieră, fenolii, din industria mătăsii și a parfumurilor.

Mult mai dăunătoare ca efecte și durată este poluarea cu substanțe organice, poluare care se poate desfășura atît aerob, cît și anaerob (în ultimul caz apărînd o serie de produși noi, toxici).

Procesul de biodegradare a poluanților organici se desfășoară fie natural, în ape, el numindu-se autoepurare, fie în instalațiile de epurare biologică (aerotancuri, biofiltre, metantancuri etc.).

K n ŏ p p denumește *autoepurare* descompunerea impurităților organice venite în emisar prin acțiunea comună a bacteriilor, plantelor și animalelor. Capacitatea de autoepurare a unei ape este posibilitatea pe care o are aceasta de a descompune substanțele introduse în ea. În procesul de autoepurare intervin, sub o formă sau alta, toate organismele acvatice, pe diferitele trepte ale degradării substanțelor organice (fig. 26).

În apele curgătoare procesul de autoepurare se desfășoară pe distanțe de zeci sau chiar sute de km. Aceasta se poate urmări efectuînd din loc în loc analize amănunțite ale parametrilor fizico-chimici, microbiologici și biologici.

Procesul de autoepurare este influențat de o serie de factori fizici (cum sînt capacitatea de sedimentare, lumina, temperatura, viteza de mișcare a apei), chimici (cantitatea de oxigen dizolvat și de bioxid de carbon) și biologici (o gamă variată de organisme, un ecosistem cu o capacitate ridicată de autoreglare, lanțuri trofice variate etc.).

Autoepurarea se desfășoară în două faze — una oxidativă (cea în care procesele biochimice predominante sînt de oxido-reducere și cea de sinteză organică (în care, pe seama substanțelor minerale și a energiei solare) se desăvîrșește epurarea și se restabilește echilibrul biocenotic al ecosistemului. În prima fază rolul principal este jucat de organismele heterotrofe (în special bacterii), în cea de a doua de către organismele autotrofe.

Imediat după impurificarea rîului are loc o modificare substanțială a chimismului și biocenozelor (fig. 27). În zona imediat aval de locul deversării apar succesiuni de populații bacteriene, fiecare descompunînd anumite substanțe organice rezultate din procesele metabolice ale altora; din aceste procese rezultă alte substanțe mai simple care devin accesibile populației următoare. Cînd condițiile chimice o permit, apar organismele bacterivore (ciliate, nematode, amoebe și flagelate), apoi răpitorii acestora și saprofagii (rotiferi, crustacee, larve, insecte); cu cît încărcarea organică scade, crește cantitatea de oxigen dizolvat, turbiditatea scade și se reduc toxicele organice, numărul speciilor crește. Biocenoza se diversifică treptat, lanțurile trofice sînt mai numeroase și cu mai multe verigi, biocenoza are tendința să revină la cea existentă anterior impurificării, sistemul tinde să-și recapete vechea integralitate.

În prezent pe teritoriul țării noastre practic nu mai există ape curgătoare neimpurificate sub o formă sau alta; mai mult, unele (cum sînt Jiul, Oltul, Argeșul) sînt afectate de poluanți pînă la vărsarea lor în Dunăre, autoepurarea nereușind să se realizeze decît în mică măsură. Pentru salvarea rîurilor se cer luate măsuri și mai drastice de reducere a impurificării lor, știut fiindcă numai aceasta va putea asigura dezvoltarea economică nestînjenită a localităților țării noastre.

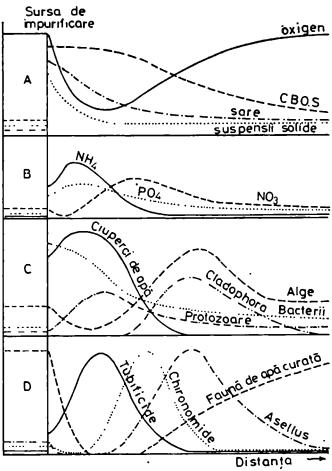


Fig. 27. Modificări suferite de ecosistemul unui rîu, ca urmare a deversării de ape uzate cu încărcare organică (După K. Mellan 1967)

5.1.6. MAREA NEAGRĂ

Bazinul pontic are o formă relativ ovală cu o orientare est-vest, fiind o depresiune intermontană între două cutări alpine care separă Europa de Asia.

Suprafața totală a Mării Negre este de 461 000 km² din care 38 000 km² aparțin anexei sale, Marea Azov. Volumul de apă 537 300 km³. Adîncimea maximă este de 2 244 m și se află în aprtea sa centrală, adîncimea medie fiind pe 1 197 m. Suprafața bazinului său hidrografic este de 2 405 000 km², iar aportul anual de apă dulce este de 390 km³. Cele mai importante aporturi de apă dulce le aduc fluviile Dunărea, Donul, Niprul și Nistrul. Contribuția Dunării este de jumătate din cantitatea totală de apă dulce primită de Marea Neagră, adică de cca 200 km³/an.

Marea Neagră este legată de bazinul mediteranean prin strîmtoarea Bosfor de 30 km lungime și 27 m adîncime.

5.1.6.1. EVOLUȚIA PALEOGEOGRAFICĂ A MĂRII NEGRE ȘI A VIEȚII DIN EA

Istoria Mării Negre începe cu aproximativ 14,5 milioane de ani în urmă, în perioada sarmațiană din miocenul superior, cînd Marea Paratethys își pierde legătura definitiv cu Marea Mediterană devenind un bazin complet închis. Această mare izolată, Marea Sarmatică, s-a îndulcit treptat iar vechea ei faună cu pronunțate caractere marine tropicale, a fost înlocuită cu o faună proprie, de apă salmastră. O serie de moluște gasteropode *(Rissoa, Gibbula)* și lamelibranchiate *(Spisula, Cardium, Paphia, Congeria)* au reușit însă să supraviețuiască. La începutul pliocenului, datorită activității orogenetice, Marea Sarmatică se fragmentează în bazine mai mici. Marele Lac Pontic

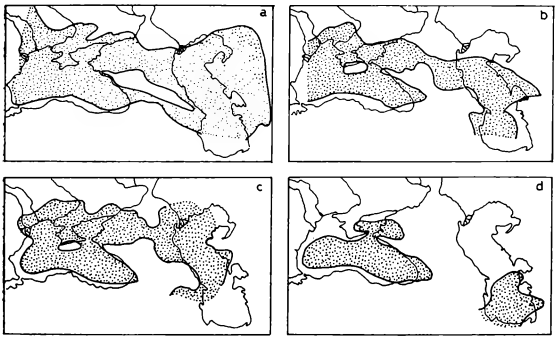


Fig. 28. Evoluția geologică a Mării Negre (După C a s p e r s)
a. Bazinul Sarmatic; *b.* Bazinul Meotic; *c.* Bazinul Pontic; *d.* Bazinul Cimerian

format cuprindea actualul bazin al Mării Negre și o parte din cel Caspic (fig. 28). Salinitatea sa era foarte scăzută aproape de cea actuală a complexului lagunar Razelm-Sinoe, iar fauna asemănătoare cu cea din Marea Caspică de astăzi.

În perioada pontiană din pliocenul mediu, cu aproximativ 7,5 milioane de ani în urmă, Marele Lac Pontic se scindează în două părți: una vestică, bazinul pontic și una estică, bazinul aralo-caspic (fig. 28). Timp de mai bine de 2 milioane de ani aceste bazine vor evolua separat, căpătînd faune proprii.

În pleistocen, cu 2,5 milioane de ani în urmă, bazinul Pontic se fragmentează în bazine din ce în ce mai mici care ulterior se colmatează și dispar, rămînînd intactă numai o mare relativ adîncă cu apă aproape dulce, într-un perimetru aproximativ identic cu cel de astăzi al Mării Negre. Marea Caspică își reduce și ea mult suprafața, izolîndu-se de bazinul aralic. Caracteristic acestor bazine sînt genurile de moluște lamelibranchiate ca *Spisula, Modiolus, Tapes, Donax, Syndesmia* și gasteropode ca *Nassarius, Gibulla, Buccinum* ș.a.

În pleistocen au loc patru răciri climatice (glaciațiuni) separate între ele de perioade calde. Perioadele glaciare s-au caracterizat prin expansiuni ale calotelor de gheață ale ambilor poli, iar pe continentul european, prin apariția ghețarilor la o relativ joasă altitudine în toate lanțurile muntoase. Datorită prinderii unei mari cantități de apă în calotele de gheață, nivelul mărilor și oceanelor a scăzut relativ mult producîndu-se astfel mari schimbări în configurația uscatului. Dimpotrivă, perioadele interglaciare, cu o climă caldă, au dus la topirea ghețarilor iar apa eliberată a făcut ca nivelul mărilor și oceanelor să crească. Mișcările eustatice de nivel ale mărilor erau în general asociate și cu mișcări orogenetice ale scoarței. Se consideră că perioadele glaciare erau pentru bazinul pontic regresive iar interglaciarele transgresive. Deoarece Marea Neagră a ocupat o poziție intermediară între bazinele Mediteranean și Caspic, în timpul glaciațiunilor pleistocenice, au existat

perioade extrem de complexe în existența ei, în schimbări de nivel, salinizări și îndulciri ale apei, care au dus corespunzător la adînci modificări în flora și fauna sa. Redăm pe scurt aceste faze de evoluție ale bazinului pontic.

În timpul glaciațiunii Günz, Marea Neagră era un lac aproape îndulcit (Lacul Ceauda) cu o bogată faună de moluște *Adacnidae*. Lacul era legat de bazinul Caspic prin canalul Manici, situat pe la nordul Crimeii. Nu exista nici o legătură cu bazinul Mediteranean. Interglaciarul Günz — Mindel deși transgresiv în restul mărilor, în perimetrul pontocaspic nu aduce un aport de apă mediteraneană. Mai mult legătura prin canalul Manici dintre bazinele Pontic și Caspic se întrerupe, datorită unor mișcări orogene. Fauna de apă salmastră se menține.

Glaciațiunea Mindel face ca în bazinul Caspic apele să se ridice mult iar legătura dintre acest bazin cu cel al Mării Negre să se restabilească prin valea Manici. Se presupune că printr-un culoar al Bosforului, apele celor două mări treceau în bazinul mediteranean. Această perioadă corespunde *epocii Paleoeuxinice*. Faunele caspice și pontice care se amestecă erau dominate de lamelibranchiatele din genurile *Didacna* și *Adacna* și de gasteropode *Paludinidae*. În interglaciarul Mindel-Riss *(epoca Uzunlariană)*, nivelul bazinului Caspic scade iar cel al Mediteranei crește și prin urmare apele sărate mediteraneene intră în bazinul Mării Negre. Nivelul ei se ridică cu 30—45 m peste cel actual. Pentru prima dată de la perioada sarmațiană cele două mări vin din nou în contact deși Caspica rămîne izolată. Fauna de apă sărată a Mediteranei pătrunde în Marea Neagră, a cărei salinitate mai scăzută capătă un rol selectiv. Glaciațiunea Riss *(epoca Euxinului Mediu)* a avut ca rezultat creșterea nivelului în bazinul Caspic și reluarea legăturii dintre bazinele Pontic și Caspic prin Manici. Marea Neagră își recapătă caracterul salmastru. Fauna mediteraneană dispare și este înlocuită cu alta de apă salmastră. Numai cîteva specii mediteraneene eurihaline mai rezistă *(Cardium edule, Atherina boyeri)* dintre care unele pătrund și în bazinul Caspic.

Interglaciarul Riss-Würm *(epoca Karangat)* este transgresiv și are loc a doua pătrundere a apelor mediteraneene în Marea Neagră. Fauna de apă sărată o înlocuiește pe cea salmastricolă. Se cunosc din această perioadă fosile de *Tapes calverti, Cardium tuberculatum, Aporhais pes-pelecani, Cerithiolum tuberculatum*, numeroase echinoderme ș.a. De remarcat că bazinul caspic în această perioadă a rămas izolat.

Glaciațiunile Würm au avut 3 stadii extrem de reci separate între ele de interstadii calde. Glaciațiunea Würm I *(epoca Neoeuxinică)* este regresivă pentru Marea Mediterană și Marea Neagră dar transgresivă pentru Marea Caspică. Legătura dintre bazinele caspic și pontic se restabilește prin canalul Manici iar fauna mediteraneană din bazinul pontic este din nou înlocuită cu specii salmastricole. Interstadiul Würm I — Würm II *(epoca Paleopontică)* marchează începutul marii transgresiuni flandriene cînd apele Mediteranei pătrund pentru a treia oară în bazinul pontic și odată cu ele intră o floră și faună de apă sărată. Legătura cu Marea Caspică se întrerupe definitiv. Formele salmastricole din Marea Neagră în parte dispar și în parte se retrag în lagune sau la gura fluviilor. Glaciațiunea Würm II *(epoca Mării Negre Vechi)* a dus la întreruperea legăturii dintre Mediterana și Marea Neagră. De aceea, salinitatea bazinului pontic scade din nou, iar fauna de apă salmastră ia o mare dezvoltare. Interstadiul Würm II — Würm III *(epoca Mării Negre Vechi, faza finală)* este transgresiv iar apele mediteraneene pătrund odată cu flora și fauna lor în Marea Neagră. În timpul stadiului glaciar Würm III

are loc o stagnare a nivelului. Flora și fauna bazinului pontic au un caracter mediohalin, întrucîtva asemănător cu cel de astăzi.

Postglaciarul *(epoca Mării Negre Noi)* începe odată cu transgresiunea neolitică sau histriană. Nivelul Mării Negre era mai ridicat cu 5 m față de cel actual. Flora și fauna acestei mări au evidente caractere mediteraneene, legătura cu Marea Mediterană prin Bosfor, fiind deschisă definitiv.

Cu toate că legătura cu Mediterana nu se va mai întrerupe, către sfîrșitul mileniului II î.e.n. are loc o nouă regresiune de minus 3—4 m față de actualul nivel *(regresiunea fanagoriană)*. Ea nu durează decît un mileniu. În secolul al XV-lea are loc o nouă ridicare a nivelului mării cu peste 1 m față de cel actual *(transgresiunea valahă)* care ulterior scade ajungînd la cel de astăzi.

Evoluția bazinului pontic a produs modificări însemnate în flora și fauna acestui acvatoriu, atît ca succesiune a biocenozelor cît și în transformarea speciilor. Ultima redeschidere a legăturii dintre Mediterana și Marea Neagră și prin urmare salinizarea acesteia din urmă, a avut ca efect dispariția elementelor de origine ponto-caspică sau retragerea lor în zone oligohaline ca lagune, limanuri, zone de vărsare ale fluviilor. Ce vîrstă au aceste relicte? Cele mai multe nu sînt mai vechi decît perioada neocuxină adică din timpul stadiului glaciar Würm I. Se consideră că specii mai vechi decît cele neocuxinice nu ar fi putut rezista unui regim atît de zbuciumat prin care a trecut bazinul pontic. Din cele aproximativ 1 500 de specii de nevertebrate (exclusiv protozoarele) existente în prezent în Marea Neagră, numai în jur de 100 de specii sînt relicte (6,6%) și circa 1 200 intrate din Mediterana (aproximativ 80%). Restul de 200 de specii (13,2%) sînt de origine dulcicolă. La pești, din 145 de specii, 120 (82,69%) sînt pătrunse din Mediterana și numai 25 (17,31%) sînt relicte. Această relație dovedește că apele sărate ale Mediteranei au avut un rol selectiv în rîndul speciilor relicte. Pe de altă parte speciile mediteraneene s-au dovedit a fi mai competitive, printr-o putere destul de mare de adaptare la salinitatea scăzută a Mării Negre.

Dintre speciile relicte care trăiesc în spațiile lagunare la gurile fluviilor, în apele dulci sau întreprind migrații din mare în fluvii putem enumera: *Cordylophora caspia, Hypania invalida, Jaera sarsi, Acipenser gueldenstaedti, Clupeonella cultriventris, Alosa pontica, A. maeotica, Pomatoschistus longecaudatus, Gobius batracccphalus, G. syrman, Benthophilcides brauneri, Caspiosoma caspium* ș.a. În schimb unele specii intrate din Mediterana au dat în Marea Neagră rase geografice aparte: *Mullus barbatus ponticus, Engraulis encrasicholus ponticus* etc.

5.1.6.2. CONDIȚII DE MEDIU

Datorită istorici lui cît și așezării sale, bazinul pontic oferă vieții condiții aparte, fapt pentru care este considerat ca un *unicum hydrobiologicum*. Să analizăm cîteva din aspectele ce îi conferă titlul de „unicum".

Dacă salinitatea mărilor și oceanelor este cuprinsă între 30 și 35‰, Marea Neagră are o salinitate mult mai redusă. În dreptul litoralului românesc ea ajunge cel mult la 18‰ iar în alte zone în jur de 20‰. Această stare se datorează aportului mare de apă dulce adus de fluviile sale importante Dunărea, Donul, Nistrul și Bugul. Totuși apa dulce, fiind mai puțin densă, se păstrează numai la adîncimi mai mici. La 180—200 m adîncime concentrația de săruri este de 21—22‰.

Una din cele mai importante caracteristici ale Mării Negre este aceea că viața ei cea mai activă se află în pătura de pînă la 200 m. Dincolo de această adîncime, se află un imens bazin al morții, dominat de bacterii reducătoare de sulf ca *Microspira* și *Desulfovibrio*. Ele reduc sulfații pînă la H_2S.

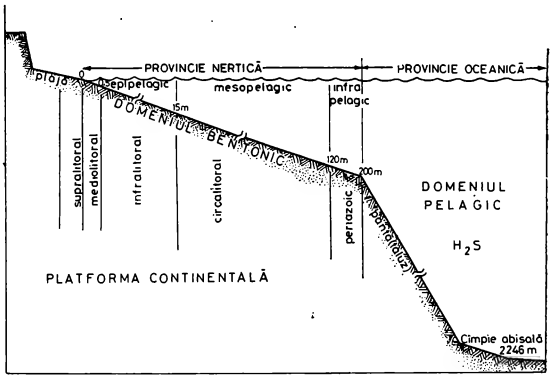


Fig. 29. Reprezentarea principalelor medii de viață din Marea Neagră (După Manoleli și Nalbant, modificat)

Din aceste motive circa 85% din apa acestei mări este practic lipsită de oxigen și dominată de H_2S. Între stratul de suprafață de pînă la 200 m și restul masei lichide, curenții de convecție, singurii care ar putea „aerisi" zonele profunde, sînt aproape inexistenți. Toate animalele pătrund dincolo de adîncimea de 200 m numai după moarte. Viața activă a Mării Negre se duce deci pînă la adîncimea amintită mai sus și mai ales pe toată suprafața platformei continentale. Ea se supune unor condiții aproape similare cu cele din alte mări și oceane. Care sînt aceste condiții?

Aspectul fundului pe platforma continentală. În general, platforma continentală (fig. 29) are o pantă lină de la cota 0 către adîncimea de 200 m. Ea este mai lată în partea de nord-est a Mării Negre, marginea ei aflîndu-se la 150—200 km distanță de țărm, și foarte redusă, de numai cîțiva km, în partea estică a acestei mări.

În dreptul țărmului românesc platforma continentală este intersectată de o serie de văi canioane unele fiind prelungirile cursurilor de apă cînd Marea Neagră avea nivele mai scăzute, altele fiind mai degrabă de origine tectonică.

Sedimentele joacă un rol important în succesiunea biocenozelor. Se acceptă (Shepard, 1963) că sedimentele pot fi împărțite după dimensiunile granulelor care le formează în pietrișuri, nisipuri, silturi și argile, fiecare din această categorie avînd 2 sau mai multe subdiviziuni. În realitate, sedimentele nu se găsesc perfect sortate, adică zone exclusiv formate numai dintr-una sau din altă categorie granulometrică, ci într-un amestec în care există o dominantă, iar celelalt efracțiuni în cantități mai mici. Distribuția dimensiunilor sedimentelor este variabilă și este determinată de o serie de proprietăți ca viteza de depunere, permeabilitatea, viteza de transport și de sortare etc. Pe de altă parte, sedimentele se mai caracterizează și prin compoziția lor

chimică precum și după originea (sau provenienta) lor. Din aceste motive sedimentele pot fi considerate ca un factor major în selectarea viețuitoarelor ce compun biocenozele bentale.

Varietatea substraturilor pe platforma continentală din dreptul litoralului românesc este destul de mare. Amintim aici numai cele 8 tipuri principale, care la rîndul lor pot fi împărțite în mai multe subtipuri după mărimea și dominanța granulelor, compoziția chimică, origine etc. Nu vom mai da și caracteristicile lor, acestea fiind discutate pe larg de Băcescu, Müller și Gomoiu (1971: 32—33) și de Manoleli și Nalbant (1976: 25—26).

Nisipurile formează plăjile și fundurile puțin adînci.

Nisipurile mîloase acoperă de asemenea funduri puțin adînci, mai ales la nord de Capul Midia.

Scrădișul recent, format din fragmente sau valve întregi de moluște. Se întîlnește de obicei la mică adîncime (0—10 m).

Substratul dur este reprezentat de zone de piatră, de obicei calcare sarmatice la sud de Constanța. Ajunge pînă la 15—18 m.

Mîlurile cu Mytilus sînt sedimente mobile ce se găsesc la adîncimi de 20—60 m.

Mîlurile cu Phaseolina sînt sedimente de adînc, între 60—100 m.

Mîlurile cu Phyllophora sînt sedimente din ultimele 2 tipuri pe care s-au dezvoltat algele roșii *Phyllophora nervosa* și *P. brodiaei*. Ocupă zone din spațiul predeltaic între 30—60 m.

Paleoscrădișul de tip caspic este format din resturi de cochilii fosile.

Mișcarea apei joacă un rol important mai ales în viața plantelor și animalelor din zonele de mică adîncime.

— *Fluxul și refluxul (mișcările mareice)* nu reprezintă un factor esențial în Marea Neagră. Amplitudinea dintre maxima ridicare și coborîre a nivelului mării în acest fenomen, nu depășește decît excepțional 9 cm, ceea ce este foarte puțin.

— *Curenții*. Există un curent circular în jurul bazinului pontic cu o mișcare în sens invers acelor unui ceas și 2 curenți ciclonali, cîte unul în fiecare din jumătatea de vest și de est, a Mării Negre, și care se rotesc invers unul față de celălalt. Mai există curenți ce se datoresc vînturilor, care pot deplasa importante mase de apă, curenți generați de structura termohalină a apei sau generați de viiturile excepționale ale Dunării.

— *Valurile* au înălțimi variabile, în funcție de viteza vînturilor care le generează. În timpul marilor furtuni nu depășesc înălțimea de 4—5 m, o lungime mai mare de 90 m și o viteză de 12 m/sec. Totuși forța lor este considerabilă și pot provoca adevărate dezastre în viața din zonele de mică adîncime.

Acțiunea valurilor în zonele de mică adîncime (pînă la maximum 10 m) se resfrînge direct asupra sedimentelor provocînd astfel o deranjare a acestora și o resedimentare ulterioară. În cazul în care valurile sînt mici, ele determină pe fundurile nisipoase, acele cute pe substrat numite *ripple-marks*. Pe funduri mai adînci curenții sînt responsabili de formarea riplurilor. Deranjarea sedimentelor și redepunerea lor duc la modificări foarte mari printre organismele psamofile, mai ales între cele care trăiesc înfundate în nisip *(Lentidium mediterraneum, Cardium edule, Chamelea gallina, Mya arenaria)*. După furtuni mari, pe plajele de la Mamaia, Portița sau Periboina sînt aruncate cantități impresionante din aceste moluște. Aceleași efecte se pot

vedea și la fundurile stîncoase, puțin adînci, cînd uriașe depozite de alge roșii *(Ceramium)*, verzi *(Enteromorpha)* sau brune *(Cystoseira)* împreună cu bancuri de midii *(Mytilus galloprovincialis)* sînt depuse pe mal.

Un fenomen interesant, cu implicații mai de grabă asupra planctonului, îl prezintă valurile interne. Acest tip de mișcare se petrece în masa apei, în zona de contact dintre două straturi de apă cu densități diferite. Cauza exactă a acestui fenomen nu este pe deplin lămurită. Oricum, s-a constatat că aglomerările de plancton se află în general în această zonă, de contact între cele două mase de apă. Ecografieri amănunțite au arătat că păturile unor organisme planctonice urmează fidel suprafața valurilor interne.

Lumina ce pătrunde în apă este unul din factorii care dispune mai ales etajarea diferitelor specii de alge. Pătrunderea luminii în apă este foarte variabilă, în funcție de cantitatea de suspensii, de fenomenele de „înflorire" cu alge etc. În general transparența în Marea Neagră nu depășește 15 m.

Următoarele aspecte au un rol deosebit în ecologia organismelor marine:

— intensitatea de lumină se resfrînge mai ales asupra speciilor de organisme din fitoplancton; o intensitate prea mare duce la „arderea" cromatoforilor; prin urmare fitoplanctontele se dispun ceva mai la adînc în miezul zilei și către suprafață dimineața, seara și noaptea.

— lungimea zilei sau întinderea în timp a perioadei de lumină, produce și ca o succesiune în timp a diferitelor specii din fitoplanctonul marin.

— cantitatea de energie luminoasă în 24 de ore are un deosebit rol în „mersul" fotosintezei.

— compoziția spectrală este cauza principală a etajării speciilor vegetale; se știe că în pătrunderea în apă a unei raze de soare, aceasta pierde progresiv, prin absorbția de către lichid, componentele cu lungime de undă mică, astfel că la 5 m adîncime componenta roșie dispare, la 7—8 m cea portocalie iar în jur de 12 m componenta galbenă este absorbită și ea; în acest fel algele își schimbă substanțele din cromatofori în funcție de puterea de penetrare a diferitelor componente ale luminii; la adîncimea de 45—60 m diferența dintre zi și noapte este destul de mică, chiar în mări foarte clare dar sînt numeroase specii de alge care trăiesc și la aceste adîncimi (și chiar mai mari) iar cromatoforii lor sînt capabili să perceapă cantități infime de lumină și să producă fotosinteza; în Marea Neagră cîmpuri imense de alge roșii *Phyllophora* și *Lithothamnion* se află între 35 și 50 m.

Bioluminiscența, capacitatea unor organisme de a emite o lumină proprie în mod spontan, este de asemenea un fenomen larg răspîndit în apele de suprafață din Marea Neagră. Acest fenomen se datorește dezvoltării extraordinare care o capătă uneori flagelatul *Noctiluca scintillans*.

Temperatura, dincolo de adîncimea de 75 m este constantă pînă la fund (7—8°C), în timp ce păturile superficiale sînt supuse la mari variații sezoniere. În timpul iernii temperatura apei mării ajunge la 0°C și chiar sub 0°. În ierni excesive marea poate chiar îngheța pe o întindere de cîteva sute de metri, uneori peste 1 km, fapt care are o consecință catastrofală pentru viețuitoare. Vara temperatura stratului superficial (pînă la 8—10 m adîncime) se ridică la 20—22°C iar în veri excesive pînă la 25°C. Tot în timpul verii apa se poate răci brusc pe o perioadă cînd vînturile din spre est aduc la coastă mase de apă rece din zonele mai adînci.

Oxigenul solvit descrește cantitativ odată cu mărirea adîncimii. La suprafață variază între 4 și 8 cm^3/l în timp ce la adîncimea de 50 m variază

între 1,5 și 7,5 cm^3/l. La 100 m adîncime este de 0,1 pînă la 3 cm^3/l. La 500 m poate ajunge pînă la cel mult 1,90 cm^3/l.

În timpul înfloririlor algei *Exuviella cordata*, noaptea se pot produce deficite de oxigen chiar în straturile superficiale, ceea ce provoacă moartea în masă a numeroase specii de pești și chiar de nevertebrate.

5.1.6.3. DOMENIILE DE VIAȚĂ ȘI BIOCENOZELE DIN MAREA NEAGRĂ

Repartiția populațiilor de plante și animale este făcută după zonele ecologice pe care le ocupă speciile. În primul rînd, organismele ocupă două mari domenii: pelagic și bentonic (fig. 29).

Domeniul pelagic. Acest important domeniu cuprinde masa de apă și organismele situate deasupra fundului platformei continentale și a abisului marin. Porțiunea de pelagial situată deasupra platformei continentale (zona neritică) se subîmparte în trei zone distincte: *epipelagial* care cuprinde masa apei situată deasupra infralitoralului pînă la aproximativ 15 m adîncime; *mezopelagial*, cuprinde masa apei de deasupra circalitoralului pînă deasupra adîncimii de 100 m; *infrapelagialul*, cuprinde masa apei de la marginea externă a platformei continentale. Adevărata zonă pelagică se întinde în larg, deasupra marilor adîncimi.

Planctonul Mării Negre. Totalitatea organismelor care plutesc sau înoată mai puțin activ în masa apei, formează planctonul. Acest grup de organisme se împarte la rîndul său după regnul din care aparțin, în *fitoplancton* (planctonul vegetal) și *zooplancton* (plancton animal). Planctonul este opus nectonului, care cuprinde exclusiv organisme animale, cefalopode pești și mamifere (delfini, balene) și care înoată activ, executînd deplasări mari într-un timp scurt. În Marea Neagră cefalopodele lipsesc, nectonul fiind format numai din pești și mamifere.

Fitoplanctonul. Este compus aproape în exclusivitate din alge unicelulare: Diatomee, Dinoflagelate, Silicoflagelate, Clorophycee, Coccolithinee ș.a.

În spațiul predeltaic al Dunării se poate observa un amestec de specii de apă dulce și marine. Totuși, după datele obținute de cercetători români (Bodeanu, Skolka), se constată o stratificare a algelor, cele de apă dulce ocupînd orizonturile superficiale, iar cele marine orizonturile de adînc. De asemenea, biomasa totală a speciilor dulcicole este bine depășită de biomasa totală a speciilor marine. Spre sud și spre larg speciile marine se întîlnesc aproape în exclusivitate. De altfel la zona de contact dintre cele două tipuri de apă dulce și sărată, zona cu intense procese chimice, atît formele dulcicole cît și cele marine, pier. În plus, un factor care duce la distrugerea rapidă a speciilor marine care în mod normal trăiesc în ape limpezi, este cantitatea mare de suspensii aduse de Dunăre.

Părăsind spațiul predeltaic și referindu-ne numai la speciile marine, arătam că în cadrul multor specii există o pronunțată variație sezonieră. Dinoflagelatele *Goniaulax rotundatum, G. digitale, Exuviella cordata, E. compressa* au un maxim de dezvoltare în sezonul cald începînd din luna iunie și pînă în august. Diatomeele *Thalassiosira subsalina, Detonula confervacea* și *Sceletonema costata* se dezvoltă mai ales în timpul sezonului rece (decembrie-februarie).

În ultimii ani, în timpul sezonului cald, se observă o puternică dezvoltare a dinoflagelatului *Exuviella cordata*, a cărui înflorire provoacă adevărate

marei roșii distrugătoare pentru multe organisme de la țărm. Această situație se datorează unei tendințe de eutrofizare a zonelor costiere prin aportul apelor Dunării care transportă și apoi introduc în mare, cantități apreciabile de îngrășăminte.

Zooplanctonul care cuprinde organismele animale care plutesc sau înoată în masa apei este mai mobil decît fitoplanctonul, putîndu-se deplasa activ pe verticală. El este constituit din indivizi ce aparțin unor grupe extrem de variate de animale: protozoare, celenterate, viermi, moluște, atropode, chetognate și urocordate. În funcție de dimensiunile lor, organismele din zooplancton formează *macroplanctonul* (meduzele, urocordatele, ctenoforele, chetognatele ș.a.), *microplanctonul* (dominat mai ales de crustaceele mărunte) și *nanoplanctonul* (protozoare, unele larve de moluște). Trebuie de asemenea să amintim faptul că foarte multe specii din diverse grupe de animale, au o existență temporară în plancton, de obicei numai în stadiul larvar, restul vieții petrecîndu-l în domeniul bental. Aceste specii formează *meroplanctonul*. Astfel, stadiile naupliale ale crustaceelor (*Balanus, Carcinus*, ca să nu amintim decît de două specii din grupe diferite de crustacee), stadiile de trocoforă ale majorității lamelibranchiatelor (*Cardium, Chamelea, Spisula, Tapeș* ș.a.), larvele de polichete *(Glycera, Nephtys, Dexiospira* sau *Arenicola)*, alcătuiesc cea mai mare parte a meroplanctonului.

Microzooplanctonul trăiește pe seama fitoplanctonului. Copepodele cum sînt cele din genurile *Oithona, Acartia, Calanus, Pseudocalanus* „pasc" algele din fitoplancton. Cercetătorul R. H. F l e m i n g a atras atenția în 1939 cît de important este păscutul fitoplanctonului, arătînd că zooplanctonul păstrează astfel un echilibru în dezvoltarea organismelor vegetale. În general zooplanctontele urmează deplasările pe verticală ale fitoplanctontelor. Se formează în acest fel pînze de organisme planctonice în masa apei. Uneori aceste pînze sînt atît de compacte, încît reflectă ultrasunetele emise de ecografele navelor. Pe hîrtia specială pe care se face înregistrarea (ecogramă) aceste pînze de grosimi variabile apar ca niște dungi întunecate între fund și suprafață. Ele au căpătat numele de *strate difuzante*. Este interesant că, uneori, peste *stratele difuzante* se suprapun și aglomerări de pești mai mult sau mai puțin compacte. În acest caz lanțul trofic este aproape complet: producătorii (fitoplanctonul), consumatorii de ordinul I (zooplanctonul) și consumatorii de ordinul II (peștii).

Cele mai importante zooplanctonte din Marea Neagră care dau valori mari ale biomasei sînt copepodele calanoide din genurile *Paracalanus, Pseudocalanus, Centropages* și *Acartia*, copepodele harpacticoide din genul *Microarthridion*, copepodele ciclopide din genul *Oithona* și cladocerele din genurile *Penilia, Podon* și *Evadne*. O însemnată pondere în planctonul litoral, mai ales în timpul sezonului cald, este dată de stadiile larvare ale unor specii bentale amintite mai sus. Între acestea domină stadiul de nauplius ale crustaceului ciriped *Balanus*. Valori deosebit de ridicate în timpul verii le are și protozoarul fosforescent *Noctiluca*. Este cazul să amintim și de cîteva elemente ce formează macroplanctonul. Cele mai impunătoare prin dimensiuni sînt cele două specii de meduze *Rhizostoma pulmo* (meduza de apă caldă sau inima mării) și *Aurelia aurita* (meduza de apă rece). Tot în macroplancton dar cu dimensiuni mult mai reduse intră ctenoforul *Pleurobrachia rhodopis* și chetognatul *Sagitta setosa*. Icrele și stadiile larvare ale unor specii de pești formează ihtioplanctonul.

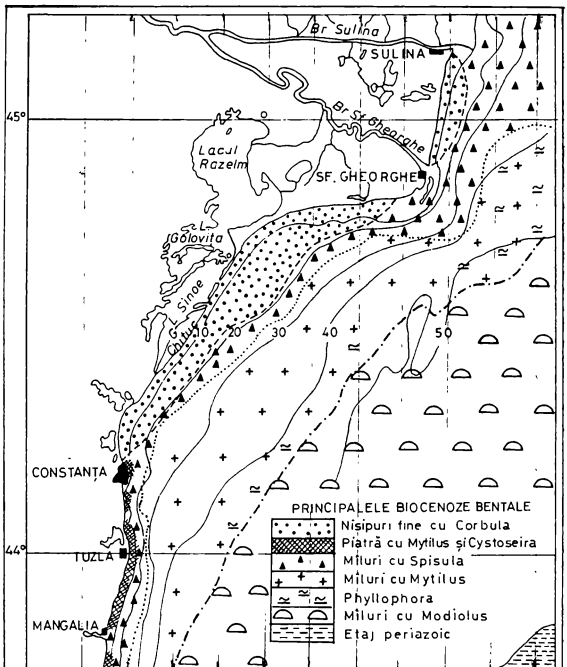


Fig. 30. Principalele biocenoze bentale (După Băcescu și colab.)

Domeniul bental. Este populat cu organismele care își duc viața pe fundul mării, în Marea Neagră, numai atît cît se întinde platforma continentală.

Pentru a înțelege mai bine repartiția pe verticală a acestor organisme vom folosi clasificarea domeniului bentonic dată de cercetătorul francez J. M. Pérès, care se potrivește cel mai bine realităților din Marea Neagră. El a folosit ca element de bază *etajul*, adică sectorul domeniului bentonic în limitele căruia condițiile ecologice sînt relativ asemănătoare (fig. 30)

Etajul supralitoral cuprinde acea zonă a țărmului care este numai stropită de valuri și unde organismele nu trăiesc într-o stare de imersiune continuă. Este format din porțiuni de plaje acoperite ritmic de valuri sau stînci umezite periodic de valuri și cu mici ochiuri de apă.

Etajul mediolitoral este limitat numai la fîșia de fund din zona de spargere a valurilor, adică pînă la adîncimea de aproximativ 0,5 m.

Etajul infralitoral cuprinde porțiunea de fund imersă de la 0,5 m pînă la limita inferioară a fanerogramelor marine (*Zostera marina* sau iarba de mare), de obicei pînă la 15 m adîncime.

Etajul circalitoral este situat de la limita inferioară a fanerogamelor marine (15 m) pînă la limita inferioară a algelor pluricelulare iar în Marea Neagră pînă la limita inferioară a mîlurilor cu bivalva *Modiolus phaseolinus*.

Etajul periazoic este strict particular Mării Negre și a fost delimitat de oceanograful român Mihai Băcescu. Acest etaj ocupă marginea exterioară a platformei continentale pînă la adîncimea de aproximativ 200 m.

În Marea Neagră nu mai există viață animală dincolo de 200 m, nici în pelagial și nici în bental și prin urmare nu se poate vorbi de o zonă cu faună batipelagică, arhibentală sau abisală.

Fiecărui etaj îi corespunde una sau mai multe biocenoze, după tipurile de substrat pe care își duc viața plantele și animalele. În cadrul fiecărei biocenoze există specii vegetale și animale caracteristice fiecare, avînd preferințe pentru un anumit tip de biotop. Unele specii trăiesc numai pe pietre sau stînci, cele *litofile* sau *petricole* altele, cele *psamofile*, numai pe nisip. Sînt specii care trăiesc în zonele de mîluri, *pelofile* sau *iliofile*, sau care au ca suport algele sau fanerogamele marine, cele *fitofile*. Unele specii se tîrăsc pe suprafața sedimentelor, cele *vagile*, altele, *săpătoarele*, trăiesc în sediment și numai rareori îl părăsesc. Cele care se fixează de substrat *(sesile)* formează comunități caracteristice *epibioze*.

După felul cum se hrănesc speciile de animale pot fi împărțite în *limivore* mîncătoare de mîl, *suspensivore*, consumatoare de resturi organice și microorganisme din masa apei, *filtratoare* așa cum sînt majoritatea lamelibranchiatelor, *detritivore* consumatoare de resturi organice de pe suprafața fundului, *filofage* consumatoare de vegetale, *carnivore* cele prădătoare, *necrofage* consumatoare de cadavre.

Unele specii sînt iubitoare de lumină, *fotofile*, altele, cele *sciafile*, preferă întunericul.

Etajul supralitoral. În lungul coastei românești sînt caracteristice două tipuri de țărm.: între Sulina și Constanța, pe o lungime de 142 km, țărmul este format din întinderi de nisip (plaje) cu lățimi variabile; între Constanța și Vama Veche, pe o lungime de aproape 70 km, țărmul este înalt, format din faleze tăiate în calcare sarmatice peste care se suprapune un strat gros de loess cu intercalații de argilă roșie. Dacă în sectorul situat la nord de Constanța, plajele se continuă departe în mare, în sectorul de sud, plajele înguste se continuă foarte puțin în mare după care urmează platforma stîncoasă. În acest sector uneori pereții stîncoși ai falezei intră direct în mare. Există totuși porțiuni nisipoase dispuse insular mai ales în dreptul vechilor guri de văi. Dacă în sectorul nordic sedimentele sînt alcătuite din aluviuni aduse de Dunăre și nisipuri fine cuarțoase, în sectorul sudic sedimentele sînt alcătuite din nisipuri grosiere și medii, calcaroase, cochilifere.

Zona nisipurilor spălate de valuri este populată de o faună caracteristică formată mai ales de amfipodele *Talitrus saltator, Orchestia gammarella, Talor-*

chestia brito precum și unele diptere din genurile *Ephidra* și *Scotella* sau coleopterele *Cicindela lunulata nemoralis, C. trisignata, Scarites laevigatus* și *Paederus litoralis*. Interstițiile dintre particulele de nisip sînt populate însă cu o faună variată formată din numeroase specii de protozoare ciliate din genurile *Lacrymaria, Belpharisma, Euplotes, Trachelophaphis* ș.a. nematode, polichete ca *Hesionides arenaria, Nerine cirratulus, Microphthalmus fragilis, crustacee copepode (Halicyclops brevispinosus, Cyclopina steueri* și *Euricyclops remanei vicinus)*. Acest etaj este lipsit de macrofite dat fiind mobilitatea sedimentelor. Totuși valurile transportă cantități foarte mari de alge din zone mai adînci *(Cladophora, Enteromorpha, Ulva, Ceramium, Cystoseira)* și odată cu ele organismele fitofile. Nu rare ori în supralitoralul psamicol se întîlnesc specii provenite din medio și infralitoralul stîncos transportate de alge.

Supralitoralul stîncos este mult mai variat în compoziția speciilor vegetale și animale. Partea superioară a stîncilor este dens populată de cianoficee iar porțiunile mai joase aproape imerse este domeniul diatomeelor. Algele macrofite lipsesc aproape complet din această zonă ele începînd să apară numai pe stîncile complet acoperite de apă, adică din mediolitoral. În ochiurile de apă de pe unele platforme de stîncă emerse abundă izopodele *Sphaeroma serrata* și *Idothea baltica*, iar între golurile și în cavernele calcarelor mișună populații întregi ale crabului de piatră *Pachygrapsus marmoratus*. Pe partea bazală a stîncilor, umectată în permanență de valuri, se pot găsi frecvent colonii de *Balanus improvisus*. În micile crăpături sau gropițe rămase de la scoicile perforante *Petricola lithophaga* și care reține cantități suficiente de apă se pot întîlni izopode ca *Sphaeroma serrata, Dinamene bidentata, Tyllos latreillei, Ligia italica* precum și moluștele *Lapidochitona cinerea* și *Melaraphe neritoides*. De remarcat că ultimele trei specii amintite mai sus, sînt destul de rare găsindu-se sporadic pe stîncăriile din sudul litoralului românesc.

Etajul mediolitoral. Mediolitoralul nisipos este aparent sărac în grupe de animale. Nisipurile mobile situate la nord de Constanța sînt totuși bine populate mai ales ca număr de indivizi. Amfipodul *Pontogammarus maeoticus* formează populații foarte dense în cenoza nisipurilor fine, ajungînd la peste 50 000 de exemplare/m^2. De asemenea, microbentosul este reprezentat prin populații foarte bogate ale foraminiferului *Ammonia beccari*, a numeroase specii de copepode harpacticide (uneori peste 250 000 ex/m^2), de nematode (peste 450 000 ex/m^2). La sud de Constanța în zonele cu nisipuri grosiere, lamelibranchiatului *Donacilla cornea* are o asemenea densitate încît se pot număra aproape 8 000 de indivizi pe m^2. Tot în nisipurile grosiere din sud se întîlnesc frecvent polichetele *Ophelia bicornis* și *Nerine cirratulus* iar la nord de Constanța, polichetul *Spio filicornis*. Dintre crustaceele mai mari misidele din genul *Gastrosaccus* și decapodele *Crangon crangon* și *Diogenes pugilator* populează frecvent mediolitoralul nisipos. Ocazional pătrund din infralitoral unele specii de pești ca guvidul *Pomatoschistus leopardinus* și limba de mare *Solea lascaris nasula*.

Mediolitoralul nisipos oferă totuși condiții relativ aspre locuitorilor săi, datorită acțiunii permanente a valurilor, curenților, structurii granulometrice a sedimentelor și așa cum arată B ă c e s c u, M ü l l e r și G o m o i u (1971:45) chiar din cauza unor factori care țin de biologia organismelor (migrații, relații trofice etc.).

Mediolitoralul stîncos se supune și el în parte la condiții similare dar cu precizarea că aici organismele pot fi mai ferite datorită neregularităților și durității substratului. Totuși izbiturile permanente ale valurilor care la furtuni poate transporta și pietre fac nesigure chiar și adăposturile stîncilor. Flora și fauna sînt mai variate și mai bogate decît în mediolitoralul nisipos. Specia caracteristică a acestei zone este lamelibranchiatul *Mytilaster lineatus* care alcătuiește populații compacte. *Mytilaster* s-a dovedit a fi extrem de rezistentă la acțiunea valurilor. Fixarea indivizilor de substrat este fermă iar faptul că această specie se grupează în colonii mari, denotă o bună adaptare la condițiile aspre. Uneori formează asociații cu *Mytilus galloprovincialis* și *Balanus improvisus*, fapt pentru care acestă asociație poate fi considerată o subcenoză aparte. Cînd în apropiere există zone de nisip fin se poate produce o colmatare uneori rapidă și totală a coloniilor de *Mytilaster* (B ă c e s c u, M ü l l e r și G o m o i u, 1971:56) cu instalarea unei faune de tip psamobiont (polichetul *Spio filicornis* și copepodul harpacticoid *Canuella perplexa*). În cazul cînd coloniile de *Mytilaster* ocupă suprafețe mediolitorale înclinate, colmatarea este redusă. În acest caz sedimentele pătrund numai parțial formînd către bază un sistem mesoporal iar la suprafață rămînînd sistemul macroporal delimitat de cochiliile lamelibranhiatului. Toate aceste interstiții sînt ocupate de o faună vagilă foarte bogată. Nișele mesoporale sînt populate cu specii de nematode din genurile *Enoplus* și *Viscosia*, cu harpacticoidele *Ectinosoma melaniceps* și *Harpacticus flexux* precum și o serie de ciliate psamobionte. Interstițiile macroporale sînt ocupate îndeosebi de polichetele *Grubea clavata*, *Nereis zonata*, *Phyllodoce tuberculata*, nemerțienii *Tetrastema bacescui*, *Zygonemertes maslowskyi* și *Euplectonema gracile*, amfipodele *Hyale pontica* și *Amphitoe vaillanti*, izopodele *Spaeroma pulchellum* și *Idothea baltica*, cumaceul *Cumella limicola* și în fine nudibranhiatul *Limapontia capitata*.

Pentru a completa tabloul faunistic, dintre pești menționăm două prezențe aproape constante: *Syngnathus variegatus* și *Aidablennius sphynx*. Blocurile de stînci ale digurilor porturilor Tomis și Mangalia, ca și cel al digului din fața plăjii Modern de la Constanța, oferă spații mai protejate astfel că pe partea dinspre uscat a acestor diguri, acolo unde se formează un spațiu evasilagunar, un bogat covor al algei roșii *Ceramium rubrum* tapisează pietrele. Fauna crăpăturilor este bogată în moluște ca *Lepidochitona*, *Hydrobia ventrosa* și crustaceele decapode *Pisidia longicornis*, *Palaemon adspresus* și *Pilumnus hirtellus*. Surplombele stîncilor oferă adăpostul ideal antozoarului *Actinia equina*, unde mii de exemplare își întind brațele în căutarea hranei. Dintre pești cei mai frecvenți sînt *Syngnathus variegatus* și *Pictiblennius ponticus*.

Etajul infralitoral. În lungul țărmului românesc întîlnim trei tipuri de infralitoral după natura substratului: infralitoralul nisipos dominat de biocenozele cu *Lentidium mediterraneum* și cu *Donax trunculus*; infralitoralul stîncos cu cenoza de *Mytilus-Actinia*, cenoza midiilor de piatră și cenoza *Cystoseira—Mytilus* și infralitoralul mîlos cu cenoza *Spisula—Lentidium*.

● Infralitoraul nisipos în afară de cenoze cu *Donax tunculus* situată în partea sudică a coastei românești în zone cu nisipuri grosiere, cuprinde cenoza cu *Lentidium (Corbula)* una dintre cele mai tipice asociații psamobionte și totodată una dintre cele mai întinse ale infralitoralului. Așa cum o caracterizează B ă c e s c u „biocenoza cu *Corbula* reprezintă în același timp

una dintre cele mai importante cenoze ale Mării Negre, fiind locul de hrănire a numeroşi peşti cu valoare economică şi a puilor lor".

Nisipurile fine cu *Lentidium* au o mare bogăţie sub aspect calitativ (peste 100 de specii) cît şi sub aspect cantitativ (cu populaţii ce formează peste 100 000 de indivizi/m² şi cu frecvente biomase de peste 350 g/m². Această cenoză a făcut obiectul unui studiu publicat de B ă c e s c u, D u m i t r e s c u, M a n e a, P o r şi M a y e r *„Les sablesà Corbulomya (Aliodis) maeotica Mil., base trophique de premier ordre pour les poissons del Mera Noire* (Trav. Mus. Hist. Nat Gr. Antipa, 1, 1957:305—374),

Speciile psamobionte caracteristice acestei biocenoze sînt: *Lentidium mediterraneum* care poate atinge în unele locuri peste 200 000 ex/m² şi biomase de peste 1 000 g/m²; *Chamelea gallina*, peste 8 000 ex/m² şi peste 1 000 g/m²; *Nana nerstea* cca 700 ex/m² şi cca 200 g/m²; *Hydrobia ventrosa* peste 9 000 ex/m² şi cca 20 g/m²; *Spio filicornis* peste 10 000 ex/m²; *Nephthys cirrosa* peste 3 000 ex/m²; *Pontocythere bacescui* peste 1 000 ex/m²; *Pseudocuma longicornis* şi *P. ciliata* peste 1 000 ex/m²; *Bahyporeia guilliamsoniana* peste 1 000 ex/m² ş.a. Mai amintim aici decapodele *Diogenes pugilator*, *Macroptpus holsatus*, peştii bentonici psamofili *Pomatoschistus leopardinus*, *Solea lascaris nasuta*, *Ophidion rochei*, *Mullus barbatus ponticus*, *Mugil cephalus*, *M. auratus* care îşi găsesc aici bogate rezerve de hrană.

● Infralitoralul stîncos cuprinde un aspect variat datorită zonelor diferite ca poziţie şi structură. Platformele sau îngrămădirile de blocuri din calcare sarmatice formează substratul celor trei tipuri de cenoze litofile.

Cenoza *Mytilus galloprovincialis — Actinia equina* este situată între 0,5 şi 5 m avînd ca dominante cele două specii care îi dau numele. Substratul acestei cenoze îl constituie platformele neregulate cu bolovani şi blocuri mari de stîncă calcaroasă. Speciile însoţitoare populează toate interstiţiile, crăpăturile şi surplombele stîncilor. Ne limităm la numai cîteva forme caracteristice din fauna sesilă şi vagilă: ciripedul *Balanus improvisus*, amfipodele *Corophium acherusicum*, *Erichtonius difformis*, *E. brasiliensis*, *Jassa ocia*, *Apherusa zaddachi*, *Dexamine spinosa*, polichetul sfredelitor *Polydora ciliata*, isopodele *Synisoma capito*, *Sphaeroma pulchellum* şi *Dynamene bidentata*, misidele *Hemimysis anomala*, *Siriella jaltensis*, *Leptcmysis sardica* precum şi crevetele *Processa pontica* şi *Athnas nilescens*. Dintre gasteropode *Tricolia pulla*, *Risoa splendida* şi *Bittium reticulatum*.

Cenoza tipică a midiilor de piatră apare bine delimitată datorită aspectului omogen al populaţiilor de *Mytilus*. Cenoza ocupă partea inferioară a infralitoralului. În fauna sesilă însoţitoare în afară de *Balanus improvisus* mai apar încă trei specii: spongierul *Dysidea fragilis*, vivalva *Anomia ephippium* şi tunicierul colonial *Botryllus schlosseri*. În fauna vagilă tanaidul *Tanais cavolinii* este înlocuit cu *Leptochelia dubia*. În rest aproape aceleaşi specii ca şi cenoza *Mytilus-Actinia*.

Cenoza *Cystoseira-Mytilus* ocupă zonele stîncoase din sudul litoralului românesc. Cîmpurile de *Cystoseira* formează unul dintre cele mai interesante şi mai populate cenoze. În primul rînd aceste alge brune au rolul de substrat pentru unele specii sesile cum sînt celenteratele *Eudendrium ramosum*, *Campanularia gelatinosa*, *Aglaophenia pluma*, polichetul tubicol *Dexiospira pagenstecheri*, biozoarul *Lepralia pallassia* şi ciripedul *Balanus improvisus*. Pe de altă parte, algele prin masa lor, atenuează mult acţi nea distrugătare a valurilor, constituind totodată un excelent adăpost faţă de răpitori. Din această cauză aglomerările de *Cystorseira* sînt locurile preferate de hrană şi reproducere ale peştilor *Syngnathus*, *Hippocampus ramulosus*, *Crenilabrus ocellatus*, *C. cinereus*, *C. roissali*.

Densitatea medie a populaţiei animale în cîmpurile cu *Cystoseira* din lungul coastei sud dobrogene după B ă c e s c u, M ü l l e r şi G o m o i u,

(1971:68) ajunge la 26 870 exemplare/kg substrat algal, ceea ce corespunde la o biomasă medie relativ scăzută, de numai 31,3 g, față de 30 220 ex/kg substrat algal cu 40,2 g biomasă pentru pîlcurile izolate de *Cystoseira* din nord. Această deficiență, afirmă autorii menționați, se explică prin faptul că tufele relativ mai rare fac ca popularea cu floră algală epifită (*Ceramium, Polysiphonia, Melobesia* ș.a.) să fie mai intensă ceea ce atrage instalarea unei microfaune mult îmbogățite, lăsînd în același timp să pătrundă o cantitate ceva mai mare de lumină solară.

● Infralitoralul românesc este dominat de bivalva *Spisula subtruncata* care tapisează fundurile mobile nisipos-mîloase sau mîloase de la limita inferioară a infralitoralului și limita superioară a circalitoralului ca o bandă continuă. Din aceste motive, se poate considera că aceste funduri constituie o biocenoză aparte, cenoza cu *Spisula subtruncata*. Limita superioară a cenozei cu *Spisula* se întrepătrunde cu limita inferioară a cenozei cu *Lentidium*. În această zonă de tranziție care se face pe fondul sedimentelor nisipo-mîloase, participă ca elemente psamobionte *Spio* (polichete) *Lentidium, Moerella, Chamelea* și *Spisula, Paphia* (bivalve), *Tritia* (gasteropode), *Nereis succinea, Lagis* și *Melinna* (polichete), ca elemente vasicole. Tot pe aceste funduri există o uriașă dezvoltare a foraminiferului *Ammonia beccari* ale cărui cantități de exemplare vii depășesc 5 000 0000/m^2. Către gurile Dunării unde aportul de sedimente fine este substanțial, se găsesc o serie de enclave cu mîluri cu *Melinna* în care se manifestă dominația și a altor specii de polichete *(Nephthys hombergi, Neanthes succinea* ș.a.). Mai la sud, enclavele mîloase sînt caracterizate de bivalva *Abra milaschevichi*.

Etajul circalitoral. Acest etaj cuprinde două cenoze principale care se succed odată cu creșterea adîncimii: *biocenoza mîdiilor de adînc* și *biocenoza faseolinelor*.

Prima este delimitată către uscat, de subcenoza de tranziție *Spisula-Mytilus*, aflată la adîncimi ce variază între 20 și 45 m, fiind plasată în spațiu dintre izohalinele de 17 și 18‰. Populațiile sînt compuse din speciile: *Lineus ruber, Nephthys cirrosa, Cardium edule, C. paucicostatum, Mytilus galloprovincialis, Spisula subtruncata, Abra milaschevichi, Crangon crangon, Macropipus arcuatus, Cardiophilus baeri* și *Corophium runcicorne*. Spre sud subcenoza de tranziție către mîlurile cu midii, este preluată de asociația dintre speciile *Spisula-Paphia* și este situată între 20 și 35 m adîncime. Sedimentul pe care se situează subcenoza este un mîl cenușiu-negricios cu un strat de scrădiș la suprafață.

Biocenoza midiilor de adînc ocupă partea superioară fiind cuprinsă între 25 și 45 m, cea inferioară între 45 și 70 m. Lățimea benzii ce cuprinde această însemnată cenoză variază între 8 km și 100 km, în dreptul țărmului românesc avînd o suprafață de aproximativ 7 000 km^2. Substratul este dominat de mîluri cenușii, brune (Băcescu, Müller, Gomoiu, 1973:81—82) sau cenușii albăstrui în spațiul predeltaic (campania navei „Stuful", 1972). În zonele sudice (est Mangalia), midiile de adînc, *Mytilus galloprovincialis frequens* sînt dispuse după observațiile directe (prin scufundări) ale lui G. Müller, în mod neuniform, în cuiburi răspîndite pe suprafața fundului.

Ca faună însoțitoare au fost identificate: polichetul *Terebellides stroemi*, cufundat în substrat scoțîndu-și afară numai tentaculele gasteropodul *Tritia reticulata*, bivalva *Cardium edule*

și calcanul *(Scophthalmus maeoticus)*. În dreptul spațiului predeltaic și mai la sud, cîmpurile de midii de adînc acoperă suprafețe continui. Valvele lor au o bogată epibioză alcătuită din alge roșii încrustante *Lithothamnion*, spongierul *Dysidea fragilis*, antozoarul *Actinothoe clavata*, briozoarul *Bowerbankia imbricata* și urocordatele *Ascidella aspersa* și *Ciona intestinalis*. Uneori pe suprafața cochiliilor sînt instalate tufe ale algei roșii *Phyllophora*. Fauna asociată este compusă din turbelariate *(Stylochoplana)*, nemerți *(Oerstedia)*, polichete *(Heterocirrus)*, bivalvele *Papha rugata, Abra alba, Spisula subtruncata, Cardium paucicostatum*, gasteropodele *Calyptraea chinensis*, poliplacoforul *Lepidochitona marginata*, amfipodele *Ampelisca diadema, Corophium runcicorne Caprella acanthifera*, decapodul *Macropipus arcuatus* și ofiuridul *Amphiura stepanovi*.

Spre adînc, la trecerea dintre cenoza midiilor și cea a faseolinelor se distinge o subcenoză de tranziție *Mytilus-Modiolus*, în care există un amestec de midii cu faseoline. Dincolo de 70 m faseolinele sînt dominante, această situație marcînd limita superioară a *biocenozei cu faseolina*.

În cadrul ei scoicuța *Modiolus phaseolinus* putînd atinge densități de peste 10 000 indivizi/m^2. Tot în această cenoză populațiile crustaceului tanaid *Apseudes ostroumovi*, crustaceului cumaceu *Pseudocuma longicornis pontica* și ofiuridului *Amphiura stepanovi*, atinș densitățile lor maxime Printre speciile însoțitoare se remarcă o dominanță a filtratoarelor: *Abra alba, Corophium, Ascidiella, bione, Sycon* ș.a. Un număr mai mic de specii sînt detritivore: *Paramysis pontica, Amphiura stepanovi, Callipallene phantoma*, sau suspensivore *Cerianthus*. Singurul prădător din această zonă este gasteropodul *Trophon muricatus breviatus* care produce ravagii în rîndul populațiilor de faseoline.

Cenoza faseolinelor în dreptul coastelor românești se află între 55 și 130 m cu un maxim de densitate a populațiilor între izobatele de 60 și 90 m. Suprafața din dreptul țărmului românesc este estimată la aproximativ 10 000 km^2 (Băcescu, Müller, Gomoiu, 1971:89) fiind cea mai întinsă biocenoză bentală a platformei continentale.

Etajul periazoic. Mîlurile cu faseoline sînt înlocuite treptat, către 70—160 m cu mîluri albe calcaroase formate din scrădiș subfosil de *Modiolus* în care apar tot mai des, către marginea platformei continentale, zone cu resturi fosile de *Dreissena rostriformis, D. distincta, D. polymorpha* și *Micromelania caspica*. De la 150 și pînă la 200 m (marginea platformei continentale) se întinde o centură de mîluri albe cu resturi de faseoline, vertebre și plăci dermale ale speciei pelagice de ac de mare *Syngnathus schmidti* și ale diatomeelor din genurile *Hyalodiscus* și *Coscinodiscus*.

Specia dominantă în mîlurile albe este polipul hidroid *Bougainvillia*, ale cărui populații se distribuie uniform pe toată întinderea acestui substrat. Pentru acest motiv Băcescu, Müller și Gomoiu (1971:92) au propus termenul de biocenoză a mîlurilor cu *Bougainvillia*. Ca faună asociată, iau parte cîteva din speciile etajului imediat superior (*Terebellides, Cerianthus, Apseudes, Callipallene, Halacarellus*, larvele de *Clunio marinus*) alături de forme exclusiv dominante în această cenoză, nematodele *Enoplus euxinus, Sabatiera clavicauda, Desmoscolex* și foraminiferele *Nonion depressulum, Ammonia tepida* și *Lagena* sp.

Suprafața ocupată de biocenoza cu *Bougainvillia* în dreptul coastelor românești este de aproximativ 700 km^2. Ea este o biocenoză foarte săracă în organisme, lipsită complet de alge și cu un mare excedent de substanță organică dată mai ales de resturile de diatomee centrice.

Odată cu etajul periazoic brîul de viață animală din Marea Neagră se termină. Dincolo de adîncimea de 225 limita maximă de unde au mai fost scoase animale, nu există decît bacterii reducătoare de sulf.

5.2. ECOSISTEME TERESTRE

5.2.1. CATEGORII DE ECOSISTEME TERESTRE

Ecosistemele terestre sînt compuse din comunități de organisme adaptate la viața în mediul aerian, care ocupă biotopurile formate pe suprafața uscatului. Aceste biotopuri constau în principal dintr-o fază solidă — solul și substratul pedogenetic, dintr-o fază gazoasă — aerul din imediata vecinătate a solului și dintr-o fază lichidă — apa din precipitații (uneori și din substrat).

În România ecosistemele terestre spontane tipice sînt reprezentate prin *păduri*, *pajiști* și *tufărișuri*.

Suprafața cea mai mare — 6 300 000 ha, revine pădurilor. Pajiștile se întind pe circa 3 500 000 ha. Tufărișurile apar pe suprafețe restrînse (200 000 ha). Cele 10 000 000 ha ocupate de ecosistemele terestre spontane reprezintă 42% din teritoriul țării.

Importanța economică și socială a ecosistemelor terestre este deosebită. Aceste ecosisteme produc cantități imense de materii prime de mare valoare pentru economia națională. Circa 25 mil. m^3. lemn, aproximativ 10 mil. t furaje, mari cantități de plante medicinale, fructe, ciuperci, miere, animale de vînat etc.

Ele reprezintă în același timp componenta principală a mediului nostru de viață care asigură permanența regimului hidrologic al rîurilor, continuitatea procesului de formare a solurilor și de protecție a lor contra eroziunii și purificarea aerului, care contribuie la structurarea peisajului, conferindu-i frumusețea și căldura vieții.

Cele trei categorii mari de ecosisteme terestre se deosebesc radical din punctul de vedere al componentelor și organizării în spațiu, a funcționării și a evoluției în timp. Ele diferă și sub raportul producției de biomasă și a capacității de creare și protecție a mediului de viață.

Pădurile au structura cea mai complicată și mai mult dezvoltată pe verticală (fig. 31). În alcătuirea pădurii participă cele mai multe forme biologice de plante — arbori, arbuști, diferite tipuri de ierburi, mușchi, licheni, ciuperci. Iau naștere foarte multe nișe ecologice. De aceea, majoritatea grupelor mari de animale este reprezentată prin numeroase specii în ecosistemele forestiere. Variate microorganisme parazitează organismele superioare sau contribuie la descompunerea materiei organice.

Pădurile au în comparație cu celelalte categorii de ecosisteme o acumulare de biomasă mult mai ridicată — în medie 10 t/an/ha — ceea ce este de 3 ori mai mult ca în pajiști și de peste 3—4 ori mai mult decît în cazul tufărișurilor.

Arborii fiind caracterizați prin viață lungă iar procesele naturale de evoluție fiind lente, pădurea nu-și schimbă atît de repede înfățișarea. Datorită înălțimii pe care o pot atinge arborii, pînă la 40 m stejarul, pînă la 60—70 m molidul și bradul și a pătrunderii rădăcinilor lor în sol, pînă la adîncimi de 2—3 și chiar mai mulți metri, volumul de mediu abiotic cuprins și influențat de ecosistemele de pădure este foarte mare. În consecință, acțiunea

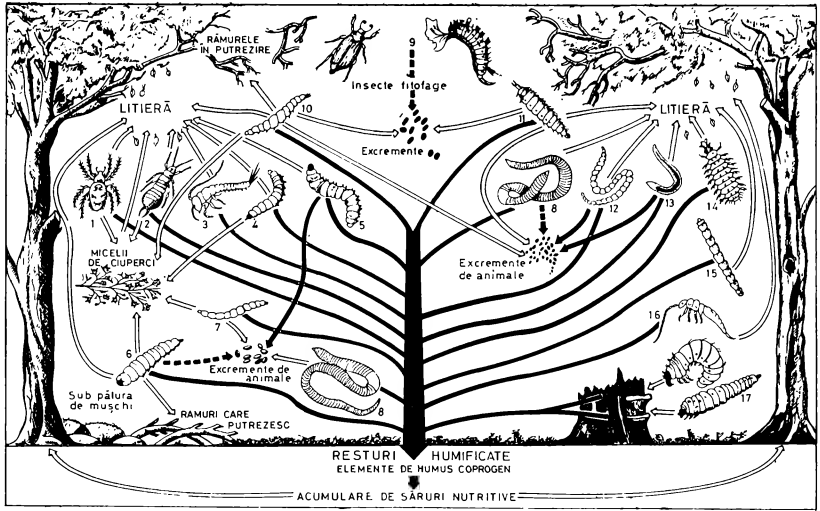


Fig. 31. Ciclul activității animalelor și plantelor în cadrul ecosistemului terestru (După K e v a n, 1955)

creatoare de mediu a acestor ecosisteme este maximă în comparație cu pajiștile și tufărișurile.

Pajiștile au, dimpotrivă, structura cea mai simplă și mai puțin dezvoltată pe verticală. Ele sînt compuse din plante ierboase care aparțin doar la cîteva forme biologice — geofite hemicriptofite, terofite, la care se adaugă puțini mușchi, foarte rar licheni. Lumea animală și a microorganismelor este mai puțin variată ca în pădure.

Acumularea de biomasă la pajiștile naturale oscilează între 1—3 t/an/ha.

Datorită înălțimii reduse a ierburilor în medie 30 cm, rareori atingînd pînă la 100 cm, și înrădăcinării lor puțin adînci (pînă la 40—50 cm), volumul de mediu abiotic cuprins în ecosisteme este redus iar acțiunea creatoare și conservatoare de mediu cu mult mai puțin pronunțate decît în cazul pădurilor. Acest lucru privește mai ales aerul, deoarece acțiunea pajiștii asupra solului, în special a orizonturilor sale superioare, este apreciabilă.

Ierburile, chiar cele perene, fiind mai puțin longevive decît arborii, determină o evoluție a pajiștilor mai rapidă; înfățișarea lor se schimbă uneori de la an la an.

Tufărișurile ocupă din punct de vedere al structurii o poziție intermediară între pădure și pajiște. Ele sînt totuși relativ puțin dezvoltate pe verticală. Tufărișurile pitice de pildă nu ating nici 10 cm înălțime deasupra solului, iar tufărișurile cele mai înalte nu depășesc 2 m. În compunerea lor intră forme biologice mai multe decît în pajiște — la ierburi și mușchi se adaugă subarbuștii și arbuștii. Componenta animală și microbiană a ecosistemelor este destul de diversificată, nișele ecologice fiind mai numeroase decît în pajiști.

Acumularea de biomasă a tufărișurilor este în general redusă. Chiar în cele mai bune situații nu depășește cu mult 3 t.

Avînd înălțimea mai mare decît a pajiștilor și rădăcini ce pătrund mai mult în adîncime, acțiunea tufărișurilor asupra mediului abiotic în special a atmosferei este ceva mai accentuată fără a fi însă comparabilă cu cea a pădurilor.

5.2 2. PRINCIPALELE GRUPE DE ECOSISTEME TERESTRE

Cele trei mari categorii de ecosisteme terestre sînt reprezentate prin variate tipuri de ecosisteme, care după biotopurile dominante se încadrează în mai multe grupe distincte.

Astfel în categoria pădurilor se deosebesc următoarele grupe de ecosisteme:

— păduri de molid
— păduri de amestec de fag cu rășinoase
— păduri de fag
— păduri de gorun
— păduri de amestec cu gorun
— păduri de stejar pedunculat
— păduri de amestec cu stejar pedunculat
— păduri de cer și gîrniță
— păduri de stejar brumăriu
— păduri de stejar pufos
— păduri de zăvoi cu specii avînd lemnul moale (anin, plop, salcie etc.).

În afară de aceste grupe ale căror ecosisteme se întind pe suprafețe mari, mai există cîteva grupe de ecosisteme mai puțin frecvente. Așa sînt pădurile de zimbru, cele de larice, de pin silvestru, de pin negru de Banat, pădurile de frasin sau ulm din luncă ș.a.

Categoria pajiștilor cuprinde următoarele grupe mai importante:
— pajiștile alpine de coarnă
— pajiștile subalpine de păruşcă
— pajiștile de coada iepurelui
— pajiștile montane de păiuș roșu
— pajiștile subalpine și montane de țepoșică
— pajiștile colinare de iarba vîntului
— pajiștile colinare de fîscă
— pajiștile de păiuș de livadă și ovăscior
— pajişti de firuță
— pajişti de sadină
— pajişti de păiuș stepic și colilii
— pajişti de luncă cu moleață, coada vulpii, pin tîrîtor
— pajişti de sărături
— pajişti de nisipuri

În categoria tufărișurilor intră de asemenea cîteva grupe de ecosisteme dintre care mai importante sînt:
— tufărișuri pitice alpine de sălcii, arginţică și azalee
— tufărișurile subalpine de jneapăn
— tufărișurile de ienupăr
— tufărișurile de zălog și răchite
— tufărișurile de porumbar
— tufărișurile de migdal pitic
— tufărișurile de cătină albă
— tufărișurile de cătină roșie

În puține locuri se întîlnesc tufărișuri de origine sudică cu Paliur, cu *Jasminum fructicans*, cu liliac. Relictare sînt tufărișurile cu liliac transilvănean.

5.2.3. DISTRIBUȚIA GEOGRAFICĂ A ECOSISTEMELOR TERESTRE ÎN ROMÂNIA

Distribuția ecosistemelor terestre pe teritoriul țării depinde pe de o parte de condițiile de climă, relief și substrat iar pe de altă parte de însușirile ecologice ale organismelor, în special de limitele lor de toleranță față de principalii factori de viață (căldură, lumină, apă, substanțe minerale din sol sau substrat etc.).

Condițiile de viață de pe teritoriul României sînt foarte diverse, datorită așezării țării pe glob și în cadrul continentului european, adică într-o anumită zonă și regiune climatică cît și datorită reliefului și substratului foarte variate.

Într-adevăr, situarea României în centrul continentului european între latitudinile nordice de 43°37'07" și 48°15'06" și longitudinile estice de 20°15' 44" și 29°41'24" la interferența a trei mari variante ale climatului temperat — climat central european cu nuanțe oceanice în nord-vest și centru — climat est-european, continental în est și climat sud-european cu nuanțe submediteraneene în sudul și vestul țării, determină o destul de accentuată variabilitate a factorilor apă și căldură. Prima variantă de climat mai umed și

răcoros, cu extreme termice mai mici este favorabilă dezvoltării ecosistemelor de pădure şi pajişte mezofile. A doua variantă, mai uscată, cu extreme termice mari, cu veri foarte calde şi ierni reci favorizează formarea ecosistemelor de pajişte şi de pădure xerofile. A treia variantă, suficient de umedă şi de caldă în timpul verii, cu ierni relativ calde este propice pentru răspîndirea speciilor termofile provenite din Europa sudică care se asociază în ecosisteme deosebite.

A doua condiţie importantă pentru distribuţia geografică a ecosistemelor terestre din România este relieful.

Lanţul muntos al Carpaţilor care ocupă ca o cetate centrul teritoriului, închizînd înăuntru vastul Podiş al Transilvaniei şi coborînd în afară, prin trepte largi spre Podişul Moldovei şi Cîmpiile Dunării şi a Tisei, contribuie mult la diversificarea biotopurilor şi la formarea unor etaje bioclimatice distincte, în care sînt răspîndite ecosisteme specifice. Faptul că peste 2/3 din suprafaţa ţării are relief fragmentar, care creează condiţii de diferenţiere a numeroase climate locale şi prin aceasta de biotopuri deosebite, contribuie la formarea unei distribuţii mozaicate a ecosistemelor mai ales la limitele dintre unităţile bioclimatice zonale.

În distribuţia geografică a ecosistemelor un anumit rol are şi substratul (roca) pe care se formează solul. De natura rocii depinde în bună parte reacţia solurilor, profunzimea şi starea lor fizică, precum şi conţinutul în substanţe nutritive. Aceste caracteristici condiţionează distribuţia plantelor pentru care solul reprezintă rezervorul de apă şi substanţe minerale. Întrucît celelalte organisme, consumatoare şi descompunătoare, trăiesc pe seama biomasei produse de plante, natura rocii influenţează distribuţia locală a biocenozelor. Prezenţa lanţului carpatic, în care o mare varietate de roci sedimentare, metamorfice şi eruptive alternează uneori pe spaţii restrînse este cauza pronunţatei variabilităţi a substratului pedogenetic, ceea ce corelat cu variatele climate locale nu rămîne fără urmări asupra formării biotopurilor şi biocenozelor.

În ce priveşte însuşirile ecologice ale speciilor trebuie arătat că în România se întîlnesc aproape 4 000 specii de plante şi zeci de mii de specii de animale precum şi numeroase bacterii şi virusuri foarte deosebite prin cerinţele şi toleranţele lor faţă de regimurile factorilor ecologici. Alături de specii arctoalpine şi boreale microterme şi oligotrofe se întîlnesc specii de climat temperat moderat mezoterme, mezotrofe şi mezofile precum şi numeroase specii de climat temperat cald, euterme — megaterme, xerofite, eutrofe — megatrofe.

Potrivit cu cerinţele şi toleranţele lor ecologice, populaţiile acestor specii se integrează în biocenoze ce ocupă biotopuri convenabile realizîndu-se în primul rînd o evidentă distribuţie pe unităţi zonale şi regionale, adică pe zone (subzone), pe etaje (subetaje) şi pe regiuni (subregiuni, sectoare).

Zonele şi subzonele se formează la cîmpie şi în condiţii de podişuri puţin înalte (pînă la 200—300 m altitudine). Etajele şi subetajele iau naştere în teritoriile de deal şi de munte odată cu creşterea altitudinii peste această limită. Unităţile regionale constituie părţi din unităţile zonale ce se află sub influenţa unei anumite variante de climă şi în care ecosistemele capătă anumite însuşiri structurale şi funcţionale deosebite.

Pe teritoriul României au fost deosebite următoarele unităţi zonale profund deosebite prin tipurile de ecosisteme ce intră în alcătuirea lor:

— *pe latitudine* (în condiții de cîmpie și podișuri joase):
— zona stepei
— zona silvostepei
— zona nemorală (a pădurilor de stejar)
— *pe altitudine* (în condiții de dealuri și munte):
— etajul nemoral (al pădurilor de foioase)
— etajul boreal (al pădurilor de molid)
— etajul subalpin (al rariștilor și tufărișurilor de jneapăn)
— etajul alpin (al tufărișurilor pitice și al pajiștilor)

În afară de aceste etaje cu răspîndire generală în țară, mai există un etaj submediteranean (al pădurilor de stejar pufos). Acesta este bine constituit în Dobrogea și se mai întîlnește fragmentar în Moldova de Sud și în Banatul de Sud.

Pentru zona stepei sînt caracteristice ecosisteme de pajiște xerofilă de stepă ce au ca producător gramineele cu tufă. Alături de acestea, în condiții ceva mai favorabile sub raportul umidității pot să se formeze ecosisteme dominate de arbuști xerofili (porumbar, migdal pitic). În luncile ce străbat stepa se întîlnesc variate ecosisteme de păduri de luncă din esențe tari și moi precum și ecosisteme de pajiști mezofile și tufărișuri cu cătină roșie. Pe văile și în depresiunile slab drenate se întîlnesc ecosisteme de sărătură iar pe nisipurile ce însoțesc marile rîuri apar ecosisteme arenarii și chiar păduri de nisipuri.

În prezent, aproape întreaga suprafață pe care o ocupa în trecut complexul de ecosisteme de stepă este folosită agricol. Ecosisteme de stepă mai mult sau mai puțin modificate s-au păstrat doar în puține locuri, de regulă numai în rezervații. Mai frecvente sînt ecosistemele de sărături care neputînd fi folosite decît ca pășune s-au păstrat în proporție mai mare. De asemenea s-au păstrat în parte și pădurile și pajiștile din lunci.

În zona silvostepei, care face trecerea între stepă și pădure, alternează ecosisteme de pajiște stepică cu păduri de stejar de un fel deosebit — mai rare sau mai poienite, cu arbori scunzi și sinuoși. Frecvente sînt tufărișurile constituind margini de pădure ce avansează în pajiștile de stepă. Ca și în stepă se întîlnesc și aici ecosisteme de păduri și pajiști de luncă iar nisipurile poartă ecosisteme arenarii și păduri.

Suprafața cea mai mare din zona de silvostepă este folosită agricol. S-au mai păstrat în grupuri izolate, de mici întinderi, păduri de silvostepă puternic modificate de om, în poienile cărora se mai întîlnesc fragmente de tufărișuri și pajiști de stepă. Există de asemenea păduri și pajiști de luncă

Pentru zona nemorală sînt specifice pădurile compacte, edificate de unele specii de stejari și de alte specii de arbori cu frunză căzătoare. În estul și centrul țării aceste păduri sînt constituite din stejar pedunculat, în sudul și vestul țării, din cer și gîrniță. Luncile introduc și aici o diversificare a ecosistemelor prin pădurile și pajiștile de luncă.

Și în zona nemorală suprafața ocupată de ecosistemele naturale de pădure a fost mult restrînsă pentru a face loc terenurilor agricole și pajiștilor folosite ca pășuni și fînețe. Pădurile se mai păstrează în masive nu prea întinse. Ecosistemele spontane de pajiști secundare edificate de firuță sau sadină în sudul țării și de fiscă în centrul și nord sînt de asemenea puțin frecvente și apar pe suprafețe mici.

Etajul nemoral conține tot păduri de foioase cu frunză căzătoare dar edificate de alte specii de arbori și anume de gorun și fag (singur sau în amestec cu rășinoase).

La altitudini nu prea mari (300—700 m) se localizează pădurile de gorun, mai sus (700—1 000 m) pădurile de fag apoi și mai sus (1 000—1 400 m) păduri de amestec de fag cu brad, de fag cu brad și molid, de fag cu molid, și peste 1400 m, de brad cu molid etc.

Imaginea naturală a acestui etaj era de codru nesfîrșit întrerupt doar de benzile înguste ale ecosistemelor de luncă edificate de aninul negru și alb și presărat de micile suprafețe de stîncării sau mlaștini cu păduri relictare de pin, ecosisteme de stîncării sau de tinoave.

În subunitatea zonală a pădurilor de gorun o mare parte din suprafața ocupată odinioară de păduri, a fost defrișată pentru a face loc terenurilor agricole și pajiștilor.

Masivele forestiere sînt totuși mai întinse decît în zona nemorală. Pajiștile spontane, ce aparțin grupei de ecosisteme de iarba vîntului, ocupă de asemenea suprafețe destul de mari în comparație cu terenurile agricole.

În subunitatea zonală a făgetelor pure și cu amestec de rășinoase, pădurea ocupă încă cea mai mare parte a suprafețelor, restul revenind pajiștii secundare de păiuș roșu, formate în urma defrișării pădurii. Terenurile agricole lipsesc sau se află pe mici suprafețe pe văi, pe lîngă așezări.

Etajul boreal este constituit din ecosisteme de pădure de molid, întrerupte doar pe văile ceva mai mari de ecosisteme de luncă cu anin alb. În terenurile stîncoase se mai găsesc ecosisteme de stîncărie edificate de larice, pin silvestru sau diverse specii de plante ierboase de stîncărie. În mlaștini se întîlnesc tinoave.

În acest etaj ecosistemele primare de pădure se întind încă pe majoritatea suprafeței. Totuși o parte din păduri a fost defrișată pentru a face loc pajiștilor secundare ce aparțin grupei de ecosisteme de păiuș roșu.

Etajul următor, subalpin are ca ecosisteme caracteristice cele de jenepeniș, ienupăriș și de bujor de munte la care se adaugă rariștile de pădure cu molid, larice, zîmbru din partea inferioară a etajului și pajiștile de părușcă din partea superioară a acestuia. Specifice etajului sînt și ecosistemele cu anin verde și cele de buruienișuri din locurile umede și ecosistemele de pajiște de brîne.

Ecosistemele primare de rariști și tufărișuri care ocupau odinioară aproape întreaga suprafață a etajului au fost în parte defrișate pentru a se extinde pajiștile folosite ca pășuni. Pe aceste terenuri s-au format fie pajiștile de părușcă, fie cele de păiuș roșu. Multe pajiști s-au degradat însă în urma unei folosiri neraționale, rezultînd stadii derivate dominate de țepoșică.

Etajul alpin are ca ecosisteme reprezentative tufărișurile scunde constituite din specii de sălcii pitice din azalee și arginţică și pajiștile de coarnă, alături de care se întîlnesc ecosisteme de grohotișuri și stîncării.

În comparație cu toate celelalte unități bioclimatice, ecosistemele din etajul alpin au fost cel mai puțin afectate de om, dat fiind că aproape nu puteau fi valorificate economic datorită producției scăzute de biomasă și condițiilor climatice foarte aspre.

După această scurtă prezentare a marilor categorii de ecosisteme și a distribuției lor pe teritoriul țării, în paginile ce urmează se vor da detalii asupra caracterului biotopurilor, a structurii și funcțiilor biocenozelor pentru cele mai importante grupe de ecosisteme instalate primar.

Ecosistemele pădurilor de molid. Răspîndire: Pădurile de molid, care intră în etajul bioclimatic boreal, ocupă partea mijlocie a munților. În nordul țării acest etaj se află între 1 200—1 700 m altitudine, în sud între 1 300—1 400 și 1 800 m. Molidișurile formează, de regulă, limita superioară a pădurii în Carpații Românieci. Păduri de molid se găsesc însă și la altitudini mai mici (700—900 m) în marile depresiuni intracarpatice din Carpații Orientali precum și în văile barate de chei ale Carpaților Meridionali.

Cele mai întinse molidișuri se găsesc în Carpații Orientali și în grupul de munți Parîng-Cindrel. În ceilalți munți pădurile de molid formează benzi de mică lățime în jurul vîrfurilor. Pe versantul sudic al masivului Țarcu-Godeanu molidișurile lipsesc.

Condiții de formare a biotopurilor. *Relieful*. În etajul pădurilor de molid, relieful este puternic fragmentat. Dintre formele de relief frecvența cea mai mare o au versanții cu înclinări și expoziții foarte variate. Numai în depresiuni, pe lîngă văi și pe lîngă vechile nivele de eroziune din munți molidișurile pot să se găsească și pe teren plan.

Clima. Clima etajului pe care-l ocupă molidișurile este rece și umedă. Temperaturile medii anuale variază între 4—5°C la limita inferioară a etajului și 1—2°C la limita sa superioară; temperaturile lunii iulie sînt corespunzătoare, 13—15°C și respectiv 11—13°C. Perioada de producere intensă a biomasei, cu temperaturi medii diurne peste +10°C, variază între 130—150 zile și 80—100 zile.

Precipitațiile sînt abundente crescînd de la 800—1 000 mm la limita inferioară a etajului pînă la 1 200—1 300 mm la limita sa superioară. Ele depășesc cu mult pierderile de apă prin evapotranspirație care nu se ridică decît la 400—500 mm în condițiile temperaturilor scăzute din etaj. Precipitațiile sub formă de zăpadă acoperă solul mai mult de jumătate din an.

Vîntul poate atinge în unele perioade ale anului (îndeosebi primăvara) viteze mari, provocînd căderea arborilor de molid („doborîturi de vînt").

Substratul pedogenetic. Sub pădurea de molid se pot găsi cele mai diverse roci pe care se formează solurile. Frecvența cea mai mare o au șisturile cristaline (micașisturi, șisturi cloritoase și sericitoase, filite, paragneisuri, gneisuri etc.), rocile sedimentare (marne, calcare, gresii, conglomerate) și rocile eruptive (granit, granodiorite, andezite etc.). În depresiuni, roca pedogenetică o constituie sedimentele recente (nisipuri, pietrișuri etc.).

Solurile ce se formează în aceste condiții de climat și substrat, sub acțiunea biocenozelor de molidiș, au caracter podzolic. Profilul acestor soluri are un orizont tipic albicios ce se află sub primii 5—10 cm de culoare mai închisă, brună-negricioasă, cu humus de tip moder sau chiar cu humus brut (materie organică slab descompusă).

Pe roci bogate în baze, în condițiile termice mai bune și de precipitații mai puține, sub molidișuri se pot forma și soluri fără orizont de podzolire (brune acide ș.a.). Pe calcare se întîlnesc soluri negricioase superficiale (rendzine).

Specificul biotopurilor. Biotopurile molidișurilor se caracterizează prin temperaturi ale aerului relativ scăzute în tot timpul anului, nedepășind în cursul verii chiar la altitudini mai joase media lunară de 13—15°C.

Potențialul termic al biotopurilor pădurii de molid este scăzut —1 500 —2 000°C.

În cuprinsul biocenozei, dar în special în sol datorită caracterului umbros al pădurii variația temperaturilor este redusă — se formează un regim termic rece, destul de uniform în tot cursul perioadei de vegetație.

Umiditatea relativă a aerului este permanent ridicată, în parte și datorită temperaturii scăzute a acestuia.

Sub masivul închis al pădurii de molid pătrunde puțină lumină (abia 1—1,5% din lumina plină) creindu-se un regim favorabil de iluminare doar pentru organismele iubitoare de umbră (sciofile).

Umiditatea solului este suficientă și chiar excedentară datorită ploilor abundente și dese și evapotranspirației scăzute. Consumul de apă prin evapotranspirație (circa 400—500 mm) este pe deplin asigurat. În cazul cînd solurile au o textură mai fină sînt posibile stagnări temporare și chiar permanente de apă în sol cu dezvoltarea proceselor de înmlăștinare.

Reacția solurilor este de regulă puternic acidă pînă la acidă (pH 4—5,5), iar conținutul în baze redus (V = 9—40%).

Factorii limitativi cei mai importanți pentru acumularea de biomasă a biocenozelor de molid sînt:

— temperatura scăzută în partea superioară a etajului care stînjenește absorbția apei și substanțelor din sol și reduce intensitatea procesului de fotosinteză;

— regimul de iluminare puțin favorabil de sub acoperișul arborilor;

— conținutul redus de substanțe nutritive din soluri, mai ales în biotopurile unde procesul de recirculare a substanțelor minerale este întîrziat, datorită formării de humus brut.

Principalele caracteristici ale biocenozelor. Producători. Principalul producător de biomasă este molidul *(Picea excelsa)* ale cărui populații alcătuiesc de obicei singure stratul arborilor. Mai rar se întîlnesc în amestec exemplare puține de scoruș *(Sorbus aucuparia)*, iar la altitudini mai mici de paltin de munte *(Acer pseudoplatanus)* de fag *(Fagus silvatica)* și de brad *(Abies alba)*.

Stratul arborilor este de regulă închis astfel că sub coroane pătrunde lumină și căldură puțină iar o parte apreciabilă de precipitații (pînă la 30%) este reținută și revine în aer prin evaporare de pe ace și ramuri.

În pădurea închisă de molid, la vîrsta de 100 de ani și în condiții de bonitate ridicată a biotopului, numărul de arbori ajunge la circa 500 la ha, înălțimea lor medie este de aproximativ 36 m iar diametrul mediu de 40 cm.

La aceeași vîrstă, în biotopuri de bonitate scăzută, cu soluri foarte acide scheletice sau cu temperaturi scăzute în sezonul de vegetație, numărul de arbori ajunge la circa 1 300 pe ha, înălțimea lor nu depășește însă 20 m iar diametrul 21 cm.

În biotopuri de bonitate ridicată coroanele arborilor se dezvoltă numai în partea superioară a trunchiurilor, deoarece ramurile inferioare se usucă și se desprind treptat pe măsură ce condițiile de lumină devin nefavorabile în urma creșterii arborilor și situării coroanelor la înălțimi tot mai mari.

În schimb, în biotopuri de bonitate inferioară îndeosebi în cele situate spre limita superioară a pădurii, arborii își formează coroana pe cea mai mare parte a trunchiului, iar crăcile moarte aproape nu se elimină.

Acest proces de „elagaj natural" al arborilor se întîlnește la toate biocenozele de pădure.

Un alt proces legat de competiție în populațiile de arbori este „eliminarea naturală" în virtutea căreia densitatea unei populații de molid scade

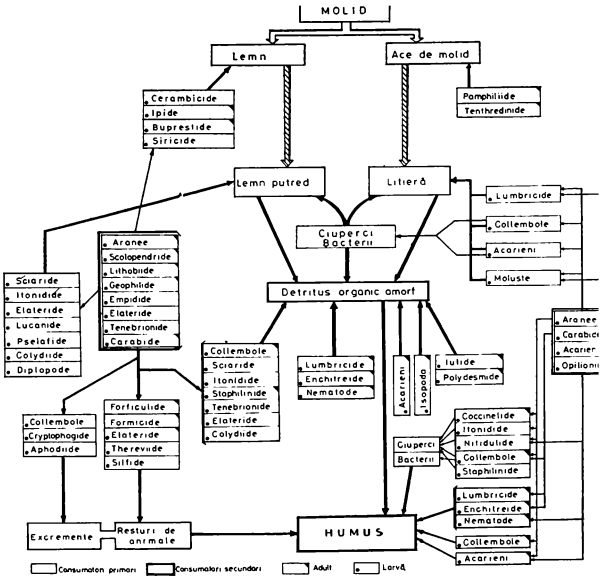


Fig. 32. Schema relațiilor trofiec la nivelul litierei și solului într-o pădure de molid

de la cîteva zeci sau chiar sute de mii de plantule la abia cîteva sute de arbori maturi (la ha). Și acest proces are loc la toate biocenozele de pădure dar viteza eliminării este diferită în funcție de specie și de bonitatea biotopurilor.

Înrădăcinarea superficială a arborilor de molid, favorabilă sub raportul folosirii mai eficiente a solului în condițiile climatului rece și umed reprezintă însă și o sursă de instabilitate a biocenozei. Vînturile puternice doboară frecvent arboretul de pe suprafețe întinse iar pînă la formarea unui arboret nou din sămînță, locul biocenozei de molidiș este luat de biocenoze stadiale.

În condițiile de iluminare slabă de sub stratul încheiat al populației de arbori de molid nu se formează un strat de arbuști bine conturat. Arbuștii apar în exemplare izolate, sau mici pîlcuri, pe margini de masiv sau în golurile create prin căderea arborilor. Speciile de arbuști mai frecvente sînt socul roșu *(Sambucus racemosa)*, caprifoiul *(Lonicera xylosteum, L. nigra)*, cununița *(Spiraea ulmifolia)*, coacăzul *(Ribes petraeum)*.

Tot datorită condițiilor nefavorabile de iluminare stratul ierbos-subarbustiv este de regulă mai slab dezvoltat, în schimb în cele mai multe păduri de molid se întîlnește un strat aproape continuu de mușchi ce acoperă solul.

În stratul ierbos-subarbustiv al molidișurilor, după natura biotopului pot predomina următoarele combinații de plante:

— *Oxalis-Dentaria*, în biotopurile cu soluri slab acide-neutre (pH 5,7—6,7) și troficitate mijlocie-ridicată (V = 50—85%); în stratul ierbos cu acoperire obișnuit ridicată sînt bine reprezentate speciile *Oxalis acetosella, Dentaria glandulosa, Pulmonaria rubra, Epilobium montanum, Athyrium filix-femina, Dryopteris filix-mas, Campanula abietina, Hieracium transsilvanicum, Ranunculus carpaticus, Lamium galeobdolon, Asperula odorata* ș.a.

— *Calamagrostis-Luzula* în biotopurile cu soluri acide-moderat acide (pH 4,8—5,5) cu troficitate scăzută (V = 16—50%); stratul ierbos dezvoltat numai în porțiuni luminate este alcătuit aproape numai din *Calamagrostis arundinacea* și *Luzula luzuloides*;

— *Oxalis-Soldanella* în biotopurile cu climat rece de la limita altitudinală superioară, pe soluri de asemenea acide-moderat acide (pH 4,5—5,5) cu troficitate scăzută (V = 9—40%); stratul ierbos cu acoperire redusă conține speciile: *Oxalis acetosella, Soldanella montana, Homogyne alpina, Dryopteris spinulosa, Luzula silvatica, Pirola uniflora, Majanthemum bifolium* ș.a.;

— *Vaccinium*, în biotopurile cu soluri acide-puternic acide (pH 3,5—4,5), cu troficitate foarte scăzută (V = 4—20); stratul ierbos-subarbustiv este alcătuit în special din afin *(Vaccinium myrtillus)* și merișor *(V. vitis-idaea)* cu exemplare rare de ierburi *(Oxalis acetosella, Deschampsia flexuosa, Luzula luzuloides, L. silvatica*. În aceste biotopuri se dezvoltă de regulă și un strat de mușchi *(Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrum, Pleurozium schreberi* ș.a.*)*.

Există o categorie întreagă de molidișuri în care stratul ierbos-arbustiv lipsește sau este slab reprezentat fiind înlocuit cu un strat mai mult sau mai puțin continuu de mușchi *(Hylocomium splendens, H. loreum, Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus triquetrum, Ptilium crista-castrensis, Polytrichum commune, Eurynchium striatum* ș.a.*)*. Din stratul ierbos-subarbustiv pot apare exemplare de *Oxalis acetosella* sau *Vaccinium myrtillus*.

Biomasa produsă de molidișuri este realizată în cea mai mare parte de populațiile de arbori și ajunge la 4—8 t/an/ha din care aproximativ jumătate reprezintă lemnul, iar jumătate acele. Lemnul se acumulează an de an în trunchiuri astfel că în biocenoza matură există un stoc apreciabil de biomasă (între 150—400 t/ha). În circuitul de biomasă și necromasă intră an de an doar o parte din ace, muguri, ramuri, scoarță, conuri, semințe, precum și lemnul exemplarelor de molid eliminate natural ca rezultat al competiției, în urma unor accidente (doborîturi de vînt, atacuri de insecte) sau prin îmbătrînire și uscare firească.

Acumularea de biomasă a arbuștilor este neglijabilă, cea a stratului ierbos-subarbustiv nu depășește 0,1 t/an/ha, cea a mușchilor se poate ridica la 0,05 t/an/ha.

Lanțuri trofice legate de biomasă. Majoritatea lanțurilor trofice importante pentru transferul de biomasă și energie din biocenozele de molidiș pornesc de la populația de arbori. Este vorba în principal despre:

— lanțurile consumatorilor de cetină (insecte, păsări)

— lanțurile gîndacilor de scoarță,
— lanțurile consumatorilor de semințe și fructe (insecte, păsări, mamifere)
— lanțurile consumatorilor de lemn (insecte, ciuperci)
— lanțurile consumatorilor de substanțe asimilate.

În lanțurile consumatorilor de cetină, insectele defoliatoare constituie un important grup de consumatori de ordinul I. Printre acestea se află lepidopterele din familia limantriidelor îndeosebi omida păroasă a molidului *(Porthetria monacha)*, molia lujerilor de pin *(Rhyacionia buoliana)* din familia torticide și himenoptere din familia tentredinidelor *(Diprion pini, Neodiprion sertifer)* și din familia pamfiliidelor (viespile molidului — *Cephalcia abietis, C. alpina, C. arvensis, C. hartigi)*. Larvele acestor insecte se hrănesc cu ace de molid, putînd provoca, în cazul înmulțirilor în masă, defolierea totală a arborilor și uscarea lor. Consumatori de ordinul II sînt insectele de pradă: furnicile *(Formica polyctena, Formica rufa)*, cicindelide, repedea de munte *(Cicindela silvicola)* carabide *(Carabus cancellatus)* insectele parazite pe defoliatori (himenoptere, ihneumonide) *(Pimpla alternans, Pimpla rufata, Pimpla maculata)*, Chalcididе *(Eutelus subfumatus)*, proctorupide *(Telenomus phalaenarum)*, diptere *Tachina bimaculata)* și păsările ce se hrănesc cu larve sau cu insecte adulte (îndeosebi pițigoii *(Parus montanus, Parus cristatus, Parus ater)*, aușcii *(Regulus regulus, R. ignicapillus)* pitulicea *(Phylloscopus colybita)*.

Printre consumatorii de cetină (dar și de muguri) se numără și păsări caracteristice molidișurilor, cum este cocoșul de munte *(Tetrao urogallus)*. Resursele de hrană ale acestora sînt însă mult mai diverse cuprinzînd și diverse larve, fructe, semințe.

Lanțurile gîndacilor de scoarță cuprind în calitate de consumatori de ordinul I coleopterele din familia scolitidelor, gîndacul mov de scoarță al molidului *(Ips typographus, Ips amytinus, Pytiogenes chalcographus)* trombarul puieților de molid *(Hylobius abietis)* ș.a.; larvele acestora se dezvoltă pe partea internă a scoarței arborilor, hrănindu-se cu țesuturile cambiale și ale liberului și provocînd uscarea arborilor în cazul unor atacuri masive care duc la întreruperea circulației produselor de asimilație. Consumatori de ordinul II sînt păsările cățărătoare, în special ciocănitoarele *(Dryocopus martius martius, Picoides tridactylus alpinus, Dendrocopus leucatos leucatos)*, insectele de pradă (diptere, asilide, Laphria sp; Xylophagide — *Xylophagus* sp.) și insectele parazite (ichneumonide *Rhyssa persuasoria, Ephialtes* sp.).

Lanțurile consumatorilor de semințe au drept consumatori de ordinul I fie insecte a căror larve se dezvoltă în semințe și conuri de molid *(Laspeyresia strobilela* etc.*)*, fie păsări sau mamifere care consumă semințele mature. Așa sînt ciocănitorile, forfecuța *(Loxia curvirostra)*, veverița *(Sciurus vulgaris)*, pîrșul *(Dryomys nitedula)*, șoarecii *(Sicista betulina, Apodemus flavicollis, Clethrionomys glareolus, Pitymys subteraneus* etc.*)*.

Consumatori de ordinul II în aceste lanțuri pot fi păsările insectivore dintre cele amintite, păsări carnivore ca șorecarul *(Buteo buteo, Falca subbuteo. Falco tinnunculus, Pernis apivorus, Milvus migrans, Accipiter guetilis* etc,*)* sau mamifere carnivore ca jderul *(Martes martes, M. foina)*, rîsul *(Lynx lynx)*, lupul *(Canis lupus)* vulpea *(Canis vulpes)*.

Lanțurile consumatorilor de lemn au în calitate de consumatori de ordinul I insecte himenoptere xilofage cum sînt cele din familia uraceride *(Ura-*

cesus gigas, Sirex juvencus, Xeris spectrum, Xyphidria longicolis) etc. sau ciuperci ce atacă și descompun lemnul (de pildă putregaiul roșu — *Fomes annosus* ș.a.) Consumatori de ordinul II sînt insecte carnivore, păsări insectivore iar în cazul ciupercilor, diverse insecte micofage colembole, *(Folsomia quadrioculata, Isotoma violacea, Orchesella pontica).*

La toate aceste lanțuri consumatorii de ordinul III pot fi diverse insecte de pradă sau parazite, precum și păsări și mamifere insectivore și carnivore.

Lanțul consumatorilor de asimilate are un caracter cu totul special. În calitate de consumatori de ordinul I aici apar ciupercile de micoriză *(Boletus, Lactarius, Clytocibe* ș.a.*)* ale căror hife se fixează pe rădăcinile molidului sau pătrund chiar în acestea. Consumatori de ordinul II pot fi diverse organisme micofage (insecte, gasteropode, mamifere).

Ciupercile de micoriză consumă direct din asimilatele produse de molid (în special glucide). Dar ele îndeplinesc în același timp o funcție foarte importantă pentru molid, aceea de absorbție a apei și substanțelor minerale. Deoarece spre deosebire de plantele superioare ciupercile pot extrage substanțele minerale și din combinații organice, ele asigură nutriția minerală a molidului chiar în condiții cînd majoritatea rezervelor de substanțe minerale sînt blocate în asemenea combinații.

Numărul lanțurilor trofice legate de biomasa producătorilor este desigur mult mai mare. Nu s-au amintit de pildă lanțurile ierbivorelor mari care se hrănesc cu ierburi și subarbuști *(*cerbul — *Cervus elaphus carpathicus)* sau a celor care pe lîngă hrană vegetală consumă și hrană animală *(*ursul — *Ursus arctos*, mistrețul — *Sus scrofa).* Există lanțuri care pornesc de la ierburi și mușchi cum sînt cele în care veriga consumatorilor de ordinul I este formată din melci, gasteropode *(Vitrea diaphana, Retinella pura, Ena montana, E. obscura, Limax maximus, Laciniaria falax, L. jugularis, L. plicata, Eucanulus trochiformis* ș.a.*)* etc.

Lanțuri trofice legate de necromasă. O serie întreagă de lanțuri trofice lungi pornesc de la necromasa ce ia naștere prin uscarea și căderea unei părți din masa acelor și a ramurilor, prin exfolierea scoarței, prin moartea rădăcinilor în sol. Cei mai mulți consumatori ai necromasei din litiera de molid sînt animale nevertebrate care acționează însă în complex cu alte organisme (ciuperci, actinomicete bacterii). Numărul nevertebratelor este de ordinul zecilor, sutelor de mii și chiar milioanelor la metru pătrat cel al microorganismelor este și mai mare.

Grupele cele mai importante de necroconsumatori, dintre nevertebrate sînt: acarienii, colembolele, nematodele, enchitreidele, apoi larvele de diptere, coleoptere, formicide, himenoptere, lumbricide etc. (fig. 31).

Prin acțiunea combinată a nevertebratelor și microorganismelor, necromasa ajunsă la sol este mărunțită, compușii biochimici macromoleculari sînt desfăcuți în compuși din ce în ce mai simpli pînă la totala lor desfacere în apă, bioxid de carbon, azot molecular, diverși compuși minerali.

Aspecte fenologice ale biocenozelor de molidiș. Pădurea de molid, dat fiind caracterul veșnic verde al frunzișului speciei dominante și al unor specii asociate (mușchi) nu prezintă o variație fenologică anuală prea pronunțată. Mai evident este aspectul formării lujerilor noi și al înfloririi molidului care are loc în cursul lunii iunie (în prima jumătate în molidișurile de la altitudini mai mici, în a doua jumătate în cele de la altitudini mari). Concomitent se produce și dezvoltarea florei ierboase estivale, în biocenozele caracterizate printr-o asemenea floră. Un alt aspect

este cel de toamnă, marcat prin uscarea florei erboase. Al treilea aspect este cel de iarnă, cu pădurea sub zăpadă.

Evoluția biocenozelor de molidiș. Biocenozele de molidiș, în special cele în care arborii au aceeași vîrstă (arborete echiene) și care au masivul întrerupt din diverse cauze, sînt afectate frecvent de doborîturi de vînt. Odată cu dispariția arboretului și cu schimbarea radicală a regimurilor termic și hidric din biotop, se declanșează o serie de procese care duc la o succesiune de stadii evolutive, pînă la reconstituirea pădurii de molid. Datorită căldurii și umidității mai mari la nivelul solului, are loc o intensificare a proceselor de descompunere și mineralizare a necromasei. Solul se îmbogățește în substanțe nutritive, îndeosebi în combinații cu azot ceea ce duce la o dezvoltare luxuriantă a florei ierboase și la instalarea abundentă a unor specii cum sînt: zmeurul *(Rubus idaeus)* zburătoarea *(Chamaenerion angustifolium)*. Din semințele ușoare, purtate de vînt ale mesteacănului *(Betula verrucosa)* și sălciilor *(Salix caprea, S. silesiaca)* se formează un stadiu de primă împădurire. Treptat, pe măsură ce se dezvoltă pădurea de mesteacăn și salcie, sub adăpostul ei din sămînța adusă de vînt se dezvoltă o nouă populație de molid. Mesteacănul și sălciile, puțin longevive, se usucă după un număr de ani iar biocenoza de molidiș se reconstituie odată cu sporirea vîrstei arboretului.

În cazul cînd, din diverse cauze, nu s-a produs reinstalarea molidișului este posibilă formarea unei biocenoze de pajiște (cu *Festuca rubra*) prin formarea treptată a țelinei și îmbogățirea în specii ierboase.

Importanța social-economică a ecosistemelor de molidiș. Molidișurile furnizează un lemn de valoare, deosebit de căutat pentru cele mai diverse utilizări. Mult timp cherestеaua de molid ca și lemnul rotund au reprezentat un important capitol al exportului țării noastre. Și în prezent ca și în perspectivă cele aproape 1 milion ha păduri de molid reprezintă și vor reprezenta o importantă sursă de materie primă lemnoasă.

Dar valoarea deosebită a pădurilor de molid este dată și de rolul lor deosebit în formarea și conservarea mediului înconjurător. Fiind situate la obîrșia marilor rîuri din Carpați, molidișurile constituie principalul regulator al formării debitelor de apă al rîurilor, al regimului acestor rîuri.

În condițiile deosebite de climat aspru, ploios, de pante mari și soluri superficiale ele reprezintă factorul de bază al conservării solurilor montane.

Ecosistemul pădurii de fag. Răspîndire. Pădurile de fag și cele de amestec cu participarea fagului, aparținînd etajului nemoral, se găsesc îndeosebi în partea mijlocie și inferioară a munților și pe dealurile înalte. Între altitudinile de 600—1 300 (1 450) m aceste păduri sînt zonale, dar ele pot să apară și extrazonal pe văi și pe versanți umbriți de la (100) 300 m și pe versanți însoriți și calcare pînă la 1 650.

Cele mai multe făgete pure se află pe dealurile și munții din vestul țării în schimb suprafețele cele mai întinse de păduri de amestec de fag cu rășinoase sînt cantonate în jumătatea estică a Carpaților Orientali.

În munții Vîlcan și Godeanu făgetele pure ajung pînă la limita superioară a pădurii. În multe regiuni de deal din țară pădurile de fag ocupă suprafețe apreciabile singure (la altitudini de peste 500—600 m) sau în alternanță cu pădurile de gorun (între 300—500—600 m).

Condiții de formare a biotopurilor. *Relieful.* Relieful în subetajul pădurilor de fag este foarte variat. Predomină relieful accidentat în care ponderea cea mai mare revine versanților cu înclinări și expoziții foarte diferite. Făgete se

găsesc însă și pe podișuri mai mult sau mai puțin plane,nu însă și în depresiuni unde fagul suferă de înghețuri.

Clima. Clima în teritoriile în care se întîlnesc pădurile de fag sau cu participarea fagului este destul de variată.

Temperaturile medii anuale variază între 7,5—9,0°C la limita inferioară și între 4,2—5,5°C la limita superioară a făgetelor zonale; temperaturile medii ale lunii iulie sînt repsectiv de 16,0—17,0 °C și de 11,0°C, iar perioada de vegetație cu temperaturi medii diurne peste +10°C este de 165 și respeftiv 100 zile.

Precipitațiile sînt destul de mari, 800— 1 000 mm, chiar la limita inferioară de răspîndire a făgetelor crescînd pînă la 1 000 mm la limita lor superioară. Ele acoperă deplin nevoile de apă pentru evapotranspirație (circa 450—600 mm). Nebulozitatea ridicată, frecvența mare a ploilor în sezonul de vegetație, corelate cu regimul termic moderat, fără amplitudini mari, conferă climatului caracter oceanic.

Substratul pedogenetic. Pădurile de fag sau cu participarea fagului se întîlnesc pe roci pedogenetice foarte variate atît din grupa rocilor sedimentare cît și a celor metamorfice și eruptive. Suprafețele cele mai mari de făgete pure se află pe șisturi cristaline în Carpații Meridionali și Occidentali pe calcare și sisturi cristaline în Carpații Occidentali și pe andezite piroclastice și diabaze în Munții Apuseni, Gutîi, Harghita. În schimb cele mai multe amestecuri de fag și rășinoase se află pe rocile sedimentare de fliș (marne, gresii, calcare) din Carpații Orientali. La dealuri făgetele ca și celelalte ecosisteme sînt răspîndite pe rocile sedimentare obișnuite în aceste regiuni (marne, gresii, pietrișuri, argile).

Solurile ce se formează în aceste condiții aparțin la tipuri genetice foarte diferite. Cele mai răspîndite sînt solurile brune acide și solurile brune de pădure. Puțin frecvente sînt solurile podzolice, în schimb destul de răspîndite sînt solurile rendzinice formate pe calcare.

Specificul biotopurilor. Fagul avînd o amplitudine ecologică mare, biotopurile pe care le ocupă comunitățile cu această specie au caracteristici destul de diferite.

Cu excepția unor biotopuri extreme (de pildă pe calcare, pe stîncării) atît căldura cît și umiditatea din sol sînt suficiente pentru desfășurarea neîngrămădită a proceselor de producere a biomasei. Astfel, chiar la altitudini mari temperaturile medii lunare depășesc +10°C cel puțin 3—4 luni pe an. Este adevărat că sub masivul închis al pădurii de fag temperaturile sînt mai scăzute iar în sol regimul termic este foarte uniform. Potențialul termic al făgetelor de circa 1 700—3 200°C poate fi considerat mijlociu pentru păduri.

În făgete, desimea coroanelor condiționează reducerea puternică a intensității luminii ce ajunge la sol. În anumite situații în făgete mature, ca poate ajunge la 1—2% din lumina plină și chiar mai puțin.

Umiditatea solurilor este suficientă în tot cursul sezonului de vegetație, În biotopurile de la altitudini mici, mai ales în soluri schelete calcaroase pot interveni însă și perioade de uscăciune cînd apa disponibilă din sol scade pînă aproape de limita insuficienței pentru plante.

Reacția solurilor în majoritatea făgetelor este mediu-slab-acidă (pH 4,5—6,5) iar conținutul de baze moderat pînă la ridicat (V = 30—80%).

Ca factori limitativi ai producției de biomasă acționează căldura în biocenozele de la altitudini de peste 1 200 m și apa în cele aflate sub altitudinea de 600—700 m. Pe solurile podzolice conținutul redus de baze de schimb constituie de asemenea un factor limitativ al dezvoltării biocenozei. În toate

făgetele şi pădurile cu participarea fagului intensitatea mică a luminii de sub masiv condiţionează producţia redusă a stratului arbustiv şi ierbos.

Principalele caracteristici ale biocenozei. P r o d u c ă t o r i. Producătorul principal în făgetele pure este fagul *(Fagus silvatica* var. *typica)* iar în sud-vestul ţării la altitudini sub 1 000 m şi *F. silvatica* var. *moesiaca).* În pădurile de amestec ca producători asociaţi la altitudini de 1 000—1 400 m pot apare bradul şi (sau) molidul, iar la altitudini sub 700 m, carpenul, gorunul, teiul, frasinul, paltinul, ulmul.

Stratul arborilor are acoperire mare, constituind un ecran foarte puţin penetrabil pentru lumină. Biocenoza de fag apare de aceea ca foarte umbroasă, în special dacă în amestec participă şi bradul.

În biotopuri de bonitate ridicată, în pădurea bătrînă, la 100 de ani, numărul de arbori este în medie de 400, înălţimea lor medie ajunge la 34 m, iar diametrul la 38 cm. În biotopul de bonitate scăzută, cu soluri puţin profunde, schelete acide sau uscate în timpul verii, la aceeaşi vîrstă numărul de arbori este cu mult mai mare (circa 900) înălţimea lor medie atinge abia 18 m iar diametrul 20 cm.

În pădurile de amestec cu răşinoase, bradul şi molidul depăşesc fagul în înălţime cu cel puţin 3—5 m şi în diametru cu 5—10 cm .

Înrădăcinarea profundă a fagului asigură folosirea intensivă a întregului profil de sol. Pe soluri pseudogleizate rădăcina rămîne însă superficială dezvoltîndu-se doar pînă la orizontul compact. În asemenea situaţii devine posibilă doborîrea arborilor de către vînturile mai puternice, cînd solul este supraumezit.

Lumina redusă de sub masiv împiedică formarea unui strat arbustiv încheiat. Sub formă de exemplare izolate se găsesc *Daphne mesereum, Sambucus racemosa, Lonicera xylosteum* ş.a. În pădurea bătrînă se dezvoltă însă grupe mai mari sau mai mici de puieţi de fag de diferite vîrste.

Stratul ierbos subarbustiv poate lipsi, cum se întîmplă în făgetele nude cu densitate mare de arbori dar se poate şi dezvolta în grade foarte diferite în funcţie de închiderea coroanelor arborilor. Acest strat poate fi format după caracterul biotopului din următoarele combinaţii de plante:

— *Asperula-Dentaria* în biotopuri cu soluri slab acide-neutre (pH — 6,0—6,8) avînd un conţinut ridicat de baze (V = 70—98%) şi de humus brun (mull); în stratul ierbos de regulă bine dezvoltat alături de *Asperula odorata, Dentaria bulbifera* şi *D. glandulosa* se află şi alte specii ale florei denumite de „mull": *Pulmonaria rubra, Geranium robertianum, Lamium galeobdolon, Mercurialis perennis, Euphorbia amygdaloides, Isopyrum thalictroides, Symphytum cordatum, Anemone nemorosa, Athyrium filix femina, Dryopteris filix mas* ş.a.;

— *Rubus hirtus* în biotopuri cu aciditate ceva mai mare (pH 5,8—6,4) şi conţinut de baze mai redus (V = 50—85%) dar cu umiditate permanent mai mare, stratul ierbos-subarbustiv are ca specie dominantă pe *Rubus hirtus* pe lîngă care apar multe specii din grupa anterioară *(Asperula odorata, Geranium robertianum, Dentaria glandulosa, Oxalis acetosella, ferigi);*

— *Festuca* în biotopuri cu soluri schelete, moderat acide (pH 5,2—6,0) şi troficitate scăzută mijlocie (V = 30—70%) ceva mai uscată în unele perioade de vară; *Festuca (drymeia,* sau *F. silvatica)* este dominantă absolută realizînd în arboretе mai luminoase un covor compact, cu puţine exemplare din alte specii *(Luzula luzuloides, Rubus hirtus, Calamagrostis arundinacea, Asperula odorata, Dentaria glandulosa* ş.a.);

— *Luzula-Calamagrostis* în biotopuri situate pe muchii sau versanți înclinați cu soiuri mai mult sau mai puțin schelete, acide-moderat acide (pH 4,7—5,5) cu troficitate scăzută (V = 10—50%) de regulă cu umiditate mai redusă în timpul verii; stratul ierbos cu acoperire variabilă în funcție de închiderea arboretului este dominat de *Luzula luzuloides*, și (sau) *Calamagrostis arundinacea* pe lîngă care se mai găsesc *Hieracium transsilvanicum*, *Poa nemoralis*, *Oxalis acetosella*, *Galium schultesii*, *Euphorbia montana* ș.a.

— *Vaccinium*, destul de rar în făgete se întîlnește în biotopuri cu soluri podzolice, puternic acide, acide (pH 4,0—5,0), cu troficitate foarte scăzută (V = 5—17%); stratul ierbos-arbustiv este dominat de *Vaccinium myrtillus* și mușchi *(Hylocomium splendens, Dicranum scoparium, Rhytidiadelphus triquetrum)*.

Biomasa produsă de biocenozele cu fag este realizată aproape în întregime de populațiile de arbori. În funcție de bonitatea biotopurilor poate varia între 6—12 t/an/ha din care 3—4 t reprezintă masa foliară și abia 0,1 t masa ierboasă.

În biocenozele cu arbori de aceeași vîrstă, la vîrste mari se află un stoc apreciabil de biomasă concentrată în trunchiuri și rădăcini (între 250—500 t/ha).

În circuitul de necromasă intră anual aproape întreaga masă foliară și o cantitate apreciabilă de ramuri și lemn provenite atît de la arborii vii cît și de la cei uscați.

Lanțuri trofice legate de biomasă. Principalele lanțuri trofice ce pornesc de la fag sînt:

— lanțurile consumatorilor de frunze;
— lanțurile gîndacilor (insecte) de scoarță;
— lanțurile consumatorilor de jir (insecte, păsări, mamifere);
— lanțurile consumatorilor de lemn (insecte, ciuperci).

Se adaugă lanțurile consumatorilor de ierburi. Lanțurile consumatorilor de frunze cuprind în calitate de consumatori de ordinul I fluturi *(Deporans betularia)*, omizi defoliatoare *(Orchestes fagi, Dasychira pudibunda)*, afide *(Phyllaphis fagi)* insecte miniere *(Incurvaria koerneriella)* sau insecte ce provoacă gale (specii de *Aceria, Cryptococcus fagi, Dasyneura fagicola) Mikiola fagi, Oligotrophus fagineus* ș.a.) Consumatori de ordinul II sînt fie păsările *(Parus ater, Parus montanus, Regulus regulus, Pasermontanus, Falco subbuteo)*, fie insecte carnivore *(Carabus, Calosoma)* sau parazite.

În lanțurile gîndacilor de scoarță, consumatorii de ordinul I pot fi *Scolytus carpini* sau *S. intricatus, Ernoporus fagii, Agrilus viridis* ș.a., iar consumatori de ordinul II ciocănitori *(Dryobates leucatos leucatos, Driocopus martius martius)*, țoiul *(Sitta europaea caesia)* cojoaica *(Certhia familiaris)* sau insecte parazite.

Lanțurile consumatorilor de jir sînt numeroase. Consumatori de ordinul I pot fi dintre insecte unele molii *(Carpocapsa grossana C. amplana)* dintre păsări alunarul *(Nucifraga caryocatactes)* dintre mamifere veverița, pîrșii *(Glis glis, Dryomis nitidula)* șoarecii *(Apodemus tauricus, Clethrionomys glareolus* ș.a.). Consumatori de ordinul II pot fi insecte parazite, păsări carnivore ca buha *(Bubo bubo)* huhurezul *(Strix aluco aluco)*, mamifere carnivore ca jderul *(Martes martes, M. foina)*.

Lanțurile consumatorilor de lemn pot avea drept consumatori de ordinul I insecte, cum este croitorul albastru al fagului *(Rozalia alpina)* ciupercile de iască *(Polyporus)*. Consumatori de ordinul II sînt ciocănitorile, insectele micofage etc.

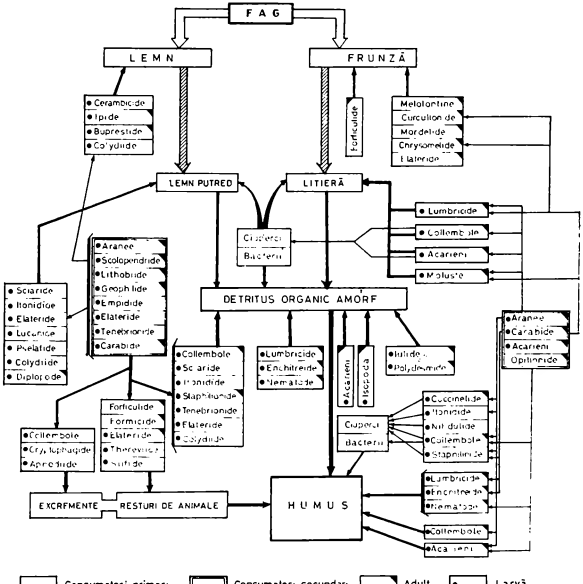


Fig. 33 Schema relațiilor trofice la nivelul litierei și solului într-o pădure de fag

Lanțurile consumatorilor de ierburi sînt de asemenea numeroase. Consumatori de ordinul I sînt dintre mamifere: cerbul, mistrețul, căpriorul, ursul, o serie de șoareci, dintre insecte unele afide, himenoptere, lepidoptere. Consumatori de ordinul II pot fi mamifere: carnivore — lupul. Coccinelide care se hrănesc cu afide, paianjeni, acarieni, himenoptere parazite (Ichneumonide, Chalcidoide) șopîrle *(Lacerta vivipara)* broaște *(Rana temporaria)* ș.a.

La toate aceste lanțuri consumatori de ordinul II sînt, după caz, insecte ce parazitează paraziții fitofagilor, (hiperparaziți), păsările care consumă insecte de pradă, păsări răpitoare, mamifere carnivore.

Și în cazul pădurilor de fag ca și a molidișurilor lanțurile ce pornesc de la biomasă sînt mai multe decît cele amintite.

Lanțuri trofice legate de necromasă. Sînt foarte numeroase și cuprind consumatori de ordinul I numeroase specii de nevertebrate din grupele: diplopode, acarieni, oligochete, pseudoscorpioni, colembole coleoptere, himenoptere, larve de lepidoptere și diptere etc. (fig. 33). O serie

dintre aceste animale transformă frunzarul în detritus, altele se hrănesc cu detritus. Consumatori de ordinul II sînt insectele de pradă şi cele parazite, unele mamifere cum sînt cîrtiţa *(Talpa europaea)*, chiţoranii, etc.

Descompunătorii, reprezentaţi prin protozoare, bacterii, ciuperci, desăvîrşesc desfacerea substanţelor organice prelucrate de fauna solului în combinaţii simple: CO_2, H_2O şi diverse combinaţii minerale.

Aspecte fenologice ale biocenozelor de fag. În evoluţia lor anuală biocenozele cu fag îmbracă mai multe aspecte fenologice caracteristice. Primul aspect este cel preestival, cu arborii lipsiţi de frunze şi cu solul acoperit cu litieră. Al doilea aspect de primăvară, este dat de dezvoltarea şi înflorirea speciilor de ierburi vernale *(Scilla bifolia, Anemone nemorosa, A. ranunculoides, Corydalis solida, C. cava, Hepatica transsilvanica, Helleborus purpurascens* ş.a.).

Urmează aspectul creat de înfrunzirea fagului şi a celorlalte specii de arbori precum şi a arbuştilor care după altitudine se poate desfăşura la începutul, spre mijlocul sau chiar la sfîrşitul lunii mai. Dezvoltarea şi înflorirea florei estivale se produce cu intensitate maximă în iunie-iulie şi sfîrşeşte în august cu puţine specii înflorite. În cursul lunii octombrie se produce colorarea frunzelor la arbori şi uscarea florei ierboase, iar la sfîrşitul lui octombrie are loc căderea frunzelor.

Un aspect distinct este cel de toamnă tîrzie, cu arborii fără frunză şi cu solul acoperit uniform de litieră. Un alt aspect este cel de iarnă, cu pădurea aflată sub zăpadă.

Evoluţia biocenozelor cu fag şi de amestec cu fag. Biocenozele cu fag spre deosebire de cele cu molid au o pronunţată stabilitate atît la acţiunea factorilor abiotici cît şi din punctul de vedere al mecanismelor interne de autoreglare. În asemenea biocenoze nu s-au produs pînă în prezent decît cu totul izolat doborîturi de vînt, înmlăştinări care să facă imposibilă creşterea fagului, înmulţiri în masă de insecte defoliatoare sau de gîndaci de scoarţă. Fagul se regenerează peste tot cu deosebită uşurinţă astfel că şi în condiţiile unor intervenţii silviculturale mai puternice în arboret, nu există pericol prea mare de desfiinţare a biocenozei. Desigur, prin defrişare totală, terenul se poate înierba formîndu-se pajişti de *Agrostis tenuis* şi *Festuca rubra*.

Nu se poate spune acelaşi lucru despre pădurile de amestec de fag cu brad sau cele de fag cu gorun.

Bradul, specie mai sensibilă, se regenerează mai greu, constituie hrana preferată a vînatului şi în lipsa unei preocupări permanente din partea silvicultorului poate dispărea uşor din amestec. Gorunul, specie de lumină, regenerat sub fag dispare aproape imediat datorită umbrei, astfel că amestecurile de fag cu gorun se transformă rapid în făgete pure.

Importanţa social-economică a pădurilor de fag şi de amestec cu fag. Lemnul de fag, considerat altădată bun doar pentru foc sau traverse are în prezent multiple folosinţe care-i conferă calitatea de materie primă deosebit de valoroasă. Lemnul de brad, molid sau de gorun precum şi a altor specii de foioase ce apar în amestec cu fagul a fost şi rămîne valoros şi cu un spectru larg de utilizare.

Importanţa deosebită a biocenozelor de fag şi de amestec cu fag ca furnizoare de materie primă lemnoasă rezultă şi din suprafaţa mare pe care o ocupă în ţară — aproximativ 2 mil ha sau o treime din fondul forestier.

Localizate exclusiv pe relief accidentat și foarte accidentat biocenozele cu fag și de amestec cu fag reprezintă un factor deosebit de important de formarea și conservarea mediului de viață a muntelui și a dealului, de asigurarea regimului hidrologic normal al rîurilor ce coboară din munți și de protecția solurilor de pe versanții cu înclinare mare. Tăierile prea intense practicate în făgetele din unele regiuni ale țării (Banat) au dus de pildă la dereglări în regimul de scurgere a rîurilor, la intensificarea transportului de aluviuni și de substanțe nutritive provenite din solurile spălate intens de ape în lipsa arboretului protector. Este absolut necesară gospodărirea făgetelor în așa fel încît interesele economice să nu fie satisfăcute în dauna capacității de protecție a acestor păduri, care în final are de asemenea consecințe economice importante.

Ecosistemul pădurii de stejar. Sub numele generic de „pădure de stejar" se înțeleg la noi în țară toate pădurile alcătuite din speciile genului *Quercus*. Ele au desigur unele trăsături comune dar se și deosebesc destul de mult datorită însușirilor ecologice foarte diferite a speciilor de *Quercus* ce se găsesc pe teritoriul țării.

În lucrarea de față se vor trata ecosistemele pădurii de gorun, mai bine studiate și cunoscute și care au și întinderea cea mai mare dintre toate pădurile de stejar.

În linii foarte generale structura biocenozelor edificate și de alte specii de stejar — stejarul pedunculat *(Quercus robur)* cerul *(Q. cerris)*, gîrnița *(Q. frainetto)* este asemănătoare cu cea descrisă în continuare pentru biocenozele cu gorun.

Răspîndire. Pădurile de gorun, intră împreună cu cele de fag și de amestec de fag cu alte specii în etajul bioclimatic nemoral (al pădurilor de foioase). Aceste păduri constituie treapta cea mai de jos din sistemul de etajare al vegetației noastre, fiind localizate între altitudini de 300—600 m. Extrazonal însă păduri de gorun se găsesc și la altitudini mai mici (doar pînă la 100 m) dar și la altitudini relativ mari (pînă la 1000 m și chiar mai mult). Frecvența acestor apariții este însă redusă.

Pădurile de gorun ocupă cea mai mare parte a dealurilor și podișurilor mai înalte, precum și partea inferioară a munților joși. Cele mai mari suprafețe le aflăm în Podișul Moldovei, Dobrogea, Podișul Getic, Munții Banatului și Munții Apuseni, Podișul Transilvaniei.

Condiții de formare a biotopurilor. *Reliful.* Relieful pe care sînt instalate pădurile de gorun este tot un relief fragmentat, dar în mai mică măsură decît la molidișuri sau făgete. Ca formă de relief predomină versanții cu pantă medie și chiar mică; frecvente sînt și suprafețele mai mult sau mai puțin plane de coame și platouri.

Clima. Clima în care se dezvoltă pădurile de gorun este caldă, iar în multe părți din țară relativ uscată în a doua parte a verii. Temperaturile medii anuale variază între 7,5—10°C, cele ale lunilor calde se ridică la 17—19°C. Durata sezonului cu temperaturi medii diurne peste +10°C este mare (165—195 zile).

Precipitațiile anuale se situează la valori de 600—850 mm dar variază destul de puternic de la regiune la regiune (în Dobrogea de pildă numai 450—550 mm pe cînd în Banat și Crișana peste 850 mm).

Substratul pedogenetic. Pădurile de gorun se află în cea mai mare parte pe pietrișurile, nisipurile și argilele aluviale, acumulate la poalele Carpaților și pe rocile sedimentare din podișuri (marne, gresii uneori și depozite loessoide).

La munte ele se pot afla pe substrate foarte diferite, atît sedimentare (calcare) cît și metamorfice (diverse șisturi, gnaise) și eruptive (andezite, dacite, riolite).

Solurile formate sub pădurile de gorun sînt deosebit de variate, tipul lor depinzînd în mare parte de substratul pedogenetic. Pe roci bazice și neutre în condiții de podiș sau pante nu prea mari, se formează soluri brune de pădure tipice sau slab podzolite. Pe roci acide și pe pante accentuate, care favorizează aluvionarea, se găsesc soluri brune podzolite (argiloiluviale) sau soluri brune acide. În condiții de relief mai mult sau mai puțin plan, pe substraturi mai grele, în soluri se dezvoltă procese de pseudogleizare.

Pe calcare se pot întîlni rendzine, pe marne pseudorendzine.

Specificul biotopurilor. Biotopurile pădurilor de gorun au potențial termic ridicat (2 900—3 999°C). Spre deosebire de molidișuri și făgete, în goruncte sub masivul pădurii pătrunde destulă căldură astfel că atît aerul cît și solul au temperaturi relativ mari în toată perioada de vegetație. Variația temperaturilor, diurnă și anuală, este de asemenea mai mare ca în făgete.

Umiditatea aerului variază destul de accentuat mai ales în timpul verii. Prin coroana destul de aerată a gorunilor pătrunde o cantitate mai mare de lumină astfel că la sol intensitatea luminii poate fi de 10—15% și chiar mai mult din lumina plină.

Umiditatea solurilor este în majoritatea cazurilor suficientă. Totuși în gorunetele din estul și chiar sudul țării, pot interveni perioade scurte de deficit hidric în a doua parte a verii anilor uscați.

În solurile cu fenomene de pseudogleizare, primavara se înregistrează un conținut sporit de apă în sol, ceea ce împiedică o bună aerare și declanșează procese de formare a unor combinații toxice. Reacția solurilor poate fi de la mediu acidă pînă la neutră (pH 5,0—7,0), iar conținutul în baze este obișnuit mijlociu pînă la ridicat (V = 25—100)%.

Factori limitativi pentru productivitatea pădurilor de gorun pot fi:

— apa în regiunile unde se înregistrează deficite în a doua parte a verii și acolo unde, datorită pseudogleizării, se produc stagnări de primăvară;

— substanțele nutritive în unele soluri (mai ales pe roci acide).

Principalele caracteristici ale biocenozelor. P r o d u c ă t o r i. Calitatea de producător principal poate s-o aibă gorunul singur sau în amestec cu alte specii lemnoase, carpen *(Carpinus betulus)*, tei *(Tilia tomentosa, T. platyphyllos, T. cordata)*, frasin *(Fraxinus excelsior)*, paltin *(Acer platanoides)*, jugastru *(A. campestre)*, ulm *(Ulmus procera, U. foliacaea)* sorb de cîmp *(Sorbus torminalis)* cireș *(Cerasus avium)*, măr *(Malus silvestris)*, păr *(Pyrus communis)*, uneori cu fag *(Fagus silvatica* var. *typica* și var. *moesiaca)* și chiar cu brad *(Abies alba)*.

În Dobrogea și Banat se întîlnesc biocenoze cu gorun avînd specii de amestec termofile — cărpiniță *(Carpinus orientalis)* și mojdrean *(Fraxinus ornus)*.

În funcție de speciile lemnoase care alcătuiesc arboretele se formează fie biocenoze de gorun cînd gorunul constituie singurul producător ce alcătuiește stratul arborilor, fie biocenoze de amestec cu gorun și carpen *(Carpenocvercete)* sau cu gorun, carpen, tei, frasin, acerince (carpino-tilio-cvercete).

Din punctul de vedere al calității biomasei produse aceste trei categorii de biocenoze sînt cu totul deosebite, ceea ce se reflectă și în sortimentul de consumatori și descompunători.

În pădurile mature, la 100 de ani în biocenozele de gorun aflate în condiții de bonitate ridicată a biotopului, pe soluri profunde, fertile, cu umiditate

permanent suficientă se află în medie 400 exemplare de goruni/ha avînd înălțime medie de 30 m și diametrul mediu de 36 cm.

În condiții de bonitate scăzută numărul de arbori crește la 600 exemplare/ha, înălțimea medie scade la 16 m iar diametrul la 23 cm.

Speciile lemnoase de amestec care intră în alcătuirea carpino-gorunetelor și carpino-tilio-gorunetelor au de regulă înălțimi și diametre mai reduse sau cel mult egale cu gorunul. Gradul de participare în amestec este foarte diferit. Astfel carpenul și teii sînt reprezentați de obicei prin exemplare numeroase, frasinii, ulmii, acerineele celelalte specii prin exemplare izolate împrăștiate pe suprafața (diseminate).

Desigur, în cazul biocenozelor de amestec numărul arborilor de gorun este mai mic decît cel indicat mai înainte pentru biocenozele de gorun, depinzînd de proporția pe care o are în amestec.

Înrădăcinarea profundă a arborilor de gorun, în solurile fără pseudogleizare contribuie la antrenarea în circuitul mineral a substanțelor din întregul profil de sol și la menținerea fertilității ridicate a orizonturilor superioare.

Totodată condițiile favorabile de iluminare sub masiv permit dezvoltarea unor straturi bine conturate de arbuști și ierburi -subarbuști.

Stratul arbustiv apare ca strat continuu în special în biocenozele cu gorun în care iluminarea de sub masivul arborilor este mai bună. În alcătuirea sa intră gherghinarul *(Cratacgus monogyna)* cornul *(Cornus mas)*, lemnul cîinesc *(Ligustrum vulgare)*, salbele *(Envonymus verrucosa, E. europaea)*, dîrmoxul *(Viburnum lantana)* ș.a. O serie de arbuști cum sînt lemnul cîinesc, salbele au înălțime pînă la 1 m; ceilalți arbuști pot ajunge la 2—4 m. În biocenozele de amestec cu gorun și carpen sau cu gorun, carpen, tei, datorită umbrei dese a carpenului stratul arbuștilor este obișnuit discontinuu. Grupele de arbuști se întîlnesc acolo unde nu sînt exemplare de carpen.

Stratul ierbos-subarbustiv este de regulă destul de bine reprezentat în locurile mai luminate, astfel că pe ansamblu marginea sa este neuniformă — porțiuni de teren complet lipsite de ierburi, alternează cu unele slab populate sau cu altele avînd acoperire mare.

După bonitarea biotopurilor stratul ierbos poate fi alcătuit din următoarele combinații de plante:

— *Asarum* în biotopuri cu soluri slab acide neutre (pH 6,0—7,0) cu conținut ridicat de baze (V = 70—95%) și cu humus brun de tip „mull"; în stratul ierbos de regulă abundent, sînt reprezentate *Asarum europacum, Brachypodium silvaticum, Stellaria holostea, Asperula odorata, Geum urbanum, Polygonatum latifolium, Lathyrus niger, Lamium galcobdolon, Euphorbia amygdaloides, Dentaria bulbifera, Sanicula europaea, Veronica chamaedrys;* combinația este caracteristică mai ales pentru biocenozele de gorun cu amestec de alte specii și pentru biocenozele de gorun foarte productive.

— *Melica uniflora*, în biotopuri cu soluri moderat acide (pH 5,0—5,8) avînd conținut redus de baze (V = 25—50%) și puțin humus; obișnuit în stratul ierbos domină Melica, la care se adaugă *Carex pilosa, Poa nemoralis, Glechoma hirsuta, Lithospermum purpurco-coeruleum* ș.a.; combinația se întîlnește numai în biocenoze de gorun.

— *Festuca drymeia*, în biotopuri cu soluri moderat acide (pH 5,2—6,0) și conținut mijlociu de baze (V = 45—65%). *Festuca drymeia*, principala specie a stratului ierbos formează covor compact, mai ales în arborete luminate, se pot asocia *Poa nemoralis, Carex pilosa Veronica officinalis, Scrophularia*

nodosa, Galium schultesii, Asperula odorata ş.a.; combinaţia este specifică biocenozelor cu gorun şi cu gorun şi carpen.

— *Cytisus-Genista*, în biotopuri uscate de creste sau versanţi însoriţi puternic înclinaţi, cu soluri scheletice moderat acide (pH 5,0—5,7) cu conţinut redus de baze (V = 30—50%); are ca plante tipice arbuşti acidofili *Cytisus hirsutus, C. nigricans, C. heuffelii, Genista tinctoria* asociaţi cu *Poa nemoralis, Luzula iuzuloides, Veronica officinalis, Galium pseudoaristatum, Fragaria viridis* ş.a. combinaţia se întîlneşte numai în biocenoze cu gorun.

— *Luzula luzuloides*, în biotopuri de versanţi puternic înclinaţi, coame cu soluri acide-moderat acide (pH 4,5—5,5) şi conţinut foarte redus de baze (V = 10—35%); *Luzula luzuloides*, obişnuit dominantă este însoţită de *Poa nemoralis, Veronica officinalis, Melampyrum nemorosum, Lathyrus niger, Calamagrostis arundinacea, Hieracium transsilvanicum* ş.a.; combinaţia este specifică biocenozelor cu gorun şi gorun cu carpen.

— *Carex pilosa*, în biotopuri cu soluri pseudogleizate în care la o anumită adîncime stagnează apa primăvara şi după ploi; *Carax pilosa* este abundentă acoperind solul în întregime sau în petice împreună cu *Poa nemoralis, Lathyrus vernus, Sanicula europaea, Galium schultesii, Carex silvatica, Asperula odorata* ş.a.; combinaţia se întîlneşte atît în biocenoze cu gorun cît şi în cele cu carpen sau cu carpen şi tei.

Biomasa produsă de biocenozele cu gorun este realizată în mare parte de populaţiile de arbori dar o anumită cotă poate proveni şi din stratul arbuştilor sau a ierburilor. După bonitatea biotopurilor producţia arborilor poate atinge 5—10 t/an/ha, arbuştii şi ierburile realizînd 0.2—0,5 t. Biomasa acumulată în trunchiuri la vîrsta de 100 de ani este de 200—400 t/ha. În necromasă intră anual 3—6 t frunze, crăci, lemn uscat, ierburi uscate.

Lanţuri trofice legate de biomasă. În biocenozele pădurii de gorun sau de gorun în amestec cu alte foioase, numărul şi caracterul lanţurilor trofice depind de numărul şi calitatea producătorilor. În biocenozele cu gorun, acestea sînt mai puţine, în cele în care participă în proporţie mare şi alte specii de arbori numărul lanţurilor creşte.

Se pot deosebi ca şi în cazul celorlalte biocenoze de pădure, următoarele lanţuri principale:

— lanţurile consumatorilor de frunze (insecte, ciuperci iar la puieţi şi mamifere);

— lanţurile gîndacilor de scoarţă;

— lanţurile consumatorilor de lemn (insecte, ciuperci);

— lanţurile consumatorilor de flori, de seminţe şi de fructe (insecte, păsări, mamifere);

— lanţurile consumatorilor de ierburi (gasteropode, insecte păsări, mamifere).

În lanţurile consumatorilor de frunze există o mare varietate de consumatori fitofagi în primul rînd dintre insecte. Aşa sînt larvele moliei verzi a stejarului *(Tortrix viridana)* a inelarului *(Malacosoma neustria)* omida păroasă a stejarului *(Lymantria dispar)* a diverselor specii de cotari *(Opheroptera brumata)* sau adulţii cărăbuşului de mai *(Melolontha melolontha)*. Frunzele sînt atacate şi de insecte sugătoare cum sînt: *Parthenolecanium rufulum, Kaltenbachiella pallida, Peryphyllus lyropictus, Eriosoma ulmi)*, gîndacul de frunză al stejarului, puricele stejarului *(Haltica quercetorum)*. Adulţii rod frunzele şi mugurii de stejar, larvele scheletuiesc frunzele. Tot pe frunze o serie de himenoptere, cinipide produc gale *(Cynips quercus folii, Neuroterus numismatis)*

Omizile și insectele sugătoare servesc ca hrană unui mare număr de păsări insectivore cum sînt privighetorile *(Luscinia luscinia, L. megarhynchos, Silvia curruca, S. communis* ș.a.) pițigoii *(Parus major, Parus lugubris)* muscarul negru *(Ficedula hypoleuca)*, cucul *(Cuculus canorus)* cintezoiul *(Fringilla coelebs)*, presurile (specii de *Emberiza*), pitulicile (specii de *Muscicapa*) frunzărița comună *(Hypolais isterina)* mierla *(Turdus merula)* și multe altele. Insectele defoliatoare sînt de asemenea parazitate de alte insecte (mai ales ichneumonide) de bacterii și virusuri care au tot calitatea de consumatori de ordinul II.

Pe frunzele tinere se pot dezvolta de asemenea diverse ciuperci *(Monochaetia desmazierii* la gorun, specii de *Cercospora* și *Ralenhorstia* pe tei, *Stilbospora angustata* pe carpen, *Cercospora fraxini* pe frasin, *Marssonina tumaculata* pe jugastru etc.). Frunzele puieților pot fi consumate și de mamifere fitofage (căprior) care devin la rîndul lor prada mamiferelor carnivore (lup, vulpe).

Lanțurile gîndacilor de scoarță au în calitate de consumatori de gradul I speciile de *Scolitus* și *Ptceleobius* pe ulm, *Hylesinus* pe frasin etc.

Tot insecte sînt și consumatorii de ordinul I al lemnului *(Cossus cossus, Cerambyx cerdo, Trypadondron domesticum)*, viespile de lemn, xiphidriide *(Xiphidria camelus, X. longicollis)* rădașca, răgacea *(Lucanus cervus)*; larva sapă galerii în lemnul stejarilor bătrîni. Insectele de scoarță ca și cele ce atacă lemnul devin pradă ciocănitoarelor (ciocănitoarea de grădină — *Dendrocops medius*; ghionoaia sură — *Picus canus*; ciocnitoarea verde — *Picus viridis*) a cojoaicei și țoiului precum și a insectelor parazite.

Lanțurile consumatorilor de nectar, polen, flori și fructe sau semințe sînt deosebit de numeroase mai ales în pădurea amestecată. Astfel la speciile nectarifere — tei, arțari, sorbi, mărul, părul, arbuști, o serie de ierburi, consumatori de ordinul I sînt himenoptere (albine, bondari, furnici), tisanoptere și alte grupe de insecte. La gorun viespile ce provoacă gale pe frunze (specii de *Cynips*) reprezintă consumatori I ai frunze. Foarte multe ciuperci, insecte, păsări, mamifere reprezintă consumatori de ordinul I ai semințelor și fructelor. Se pot menționa, doar pentru exemplificare dintre insecte: trombarii ghindelor *(Curculio glandium, Carpocapsa splendana)* insecte ce atacă fructele de arțari *(Bradybatus creutzeri)* de frasin *(Lygnyodes enucleator)*, tei *(Pyrrhocoris apterus). Andricus quecurs calicis* produce gale pe ghindă ș.a.m.d. O serie de păsări granivore se hrănesc cu fructe și semințe de arbori și arbuști constituind consumatori de ordinul I în lanțuri trofice deosebite. Așa sînt porumbelul sălbatic — *Columba oenas*, turtureaua — *(Streptopelia turtur)* gaița — *(Garulus glandarius)*, mierlele — *(Turdus merula, T. viscivorus)* ș.a.

Dar și multe specii de mamifere dau naștere la lanțuri ce-și au ca resursă fructele și semințele. Trebuie amintiți în primul rînd șoarecii *(Apodemus flavicollis, A. sylvaticus, Clethryonomis glareolus)*, pîrșii *(Elyomis queranus, Muscardinus avellanarius* ș.a.) veverița *(Sciurus vulgaris)*, mistrețul *((Sus scrofa)*, chiar căpriorul ș.a.

Consumatori de ordinul II în aceste numeroase lanțuri pot fi organisme foarte diferite — insecte de pradă, insecte parazite, păsări insectivore, păsări carnivore, mamifere carnivore. Așa sînt o serie de coleoptere și de viespi de pradă, coleoptere *(Carabus cancellatus Calosoma inquisitor, Calosoma sycophanta)*, viespi (*Vespa crabro, Amophila sabulosa)* de himenoptere parazite *(Telenomus phalaenarum)*.

Păsările insectivore la care se mai adaugă și altele *(Pernis apivorus)* păsări carnivore ca buha *(Bubo bubo)* ciufii *(Otus scops, Asio otus, A. flammeus)* huhurezii (specii de *Strix*) ereții (specii de *Falco tinnunculus*) șarlițele (specii de *Milvus*) și mamifere carnivore ca vulpea, lupul, pisica sălbatică *(Felis silvestris)* jderul *(Martes martes)* nevăstuica *(Mustela mustela)*, dihorul *(Putorius putorius)* constituie de asemenea consumatori de ordinul II în lanțurile respective.

În lanțurile consumatorilor de ierburi (frunze, rizomi, flori, semințe)se încadrează multe gasteropode, insecte tentredinide, lepidoptere, ortoptere, coleoptere, formicide, heteroptere, mamifere (iepure, căprior, mistreț, bursuc, șoareci).

În calitate de consumatori de ordinul II în aceste lanțuri acționează multe organisme din cele menționate anterior, apoi numeroși păianjeni *(Oziphila praticola, Amaurabius ferox, Pisaura listeri, Disdera nimui, Anyphena accentuata, Zora pinimana* etc.); dintre reptile, șarpele orb *(Anguis fragilis)* șopîrle și gușteri *(Lacerta agilis, Lacerta viridis, Ablepharus kitaibeli)*, dintre batracieni, broasca rîioasă *(Bufo bufo) Rana dalmatina, Bufo viridis*, iar dintre mamifere ariciul *(Erinaceus erinaceus)* șoareci insectivori *(Crocidura leucodon, Sorex araneus)* ș.a.

O serie de lanțuri trofice pornesc de la rădăcinile speciilor lemnoase, rizomii și bulbii plantelor ierboase.

Printre acestea trebuie relevate în mod special cele ce cuprind ciupercile de micoriză ale stejarilor care acționează ca și cele din biocenozele cu molid.

Consumatori de ordinul III și mai mare, în toate aceste lanțuri sînt insectele hiperparazite (ce parazitează paraziți), multe păsări și mamifere carnivore, paraziții acestora (căpușe, pureci, malofage).

Lanțuri trofice legate de necromasă. Necromasa foarte variată, în special în biocenozele cu gorun și alți arbori de amestec constituie sursa pentru dezvoltarea unei multitudini de lanțuri trofice ale ciupercilor și animalelor nevertebrate saprofite (fig. 34).

Este o extraordinară bogăție de forme și mărime a efectivelor nevertebrate care viețuiesc în litiera și solul pădurii de gorun.

În litiera biocenozelor de amestec cu gorun s-au găsit peste 60 000 exemplare de nevertebrate la m^2 aparținînd la 27 grupe mari. Absolut dominanți sînt acarienii (70%) urmați de colembole 27%. În sol numărul de exemplare este mai redus (9 000 pe m^2 pe adîncimea de 40 cm) insectele fiind dominante (54%). Bine reprezentați sînt însă și viermii (22%) și miriapodele (12%).

Consumatori de ordinul II sînt îndeosebi insectele de pradă din grupele araneelor, miriapodelor și coleopterelor, insectele parazite, cîrțița, șoarecii insectivori, mistrețul etc. Consumatori de ordinul III sînt hiperparaziții și carnivorele cu spectru larg de hrănire.

Biomasa citorva dintre consumatori de ornduil II și III din pădurea de stejar precum și biomasa consumată anual de aceștia este prezentată în tabelul 3.

Detritusul ce se formează în urma acțiunii ciupercilor și nevertebratelor asupra necromasei este prelucrat apoi de grupa descompunătorilor, care cuprinde protozoare (amoebe, infuzori, flagelate) bacterii diverse, actinomicete și ciuperci.

Aspecte fenologice. Complexitatea structurală mare a biocenozelor cu gorun ca și a tuturor biocenozelor cu stejari determină și o diversificare a aspectelor fenologice.

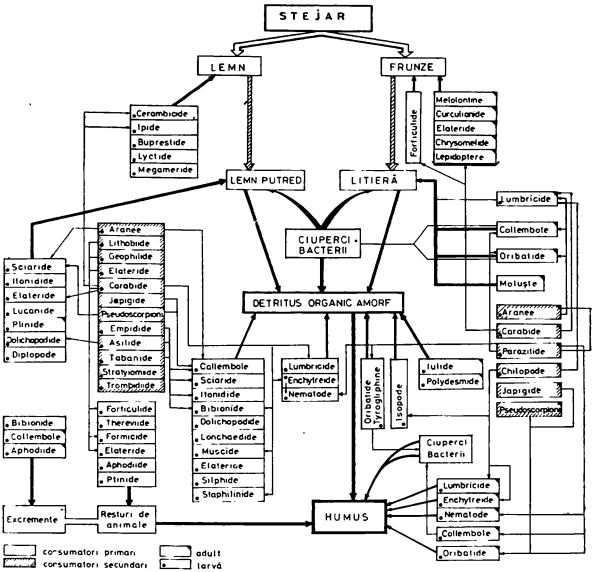


Fig. 34. Schema relaţiilor trofice la nivelul litierei şi solului într-o pădure de stejar

Tabelul 3

Biomasa principalelor grupe de animale vertebrate din pădurea de stejar şi biomasa consumată de ele

(după Sukaciov şi Dîlis, 1964 din Ecologia forestieră (1977)

Grupe de animale	Biomasa animalelor kg/ha	Biomasa consumată kg/ha/an
Mamifere copitate	1,3	78,7
Veveriţă şi iepure	0,1	1,7
Şoareci	0,9	247,0
Păsările	0,2	16,7
Mamifere răpitoare	0,2	0,4
Păsări răpitoare	0,1	0,4
Total	2,5	344,0

După un prim aspect prevernal în februarie-martie cu arborii desfrunziți, solul acoperit cu litiera și rare exemplare de plante ce-și păstrează frunze sau tulpini verzi peste iarnă, urmează al doilea aspect dat de dezvoltarea și înflorirea efemeroidelor *(Scilla bifolia, Galanthus nivalis)* apoi un alt aspect caracterizat prin înflorirea cornului. Înflorirea ulmului și înfrunzirea carpenului ca și înflorirea altor specii de ierburi *(Corydalis solida, C. cava, Pulmonaria obscura)*, caracterizează un alt aspect. Urmează înfrunzirea generala a arborilor cuplată pentru multe specii și cu înflorirea lor ca și cu înflorirea altor specii ierboase *(Anemone, Glecoma)*. Alt aspect este cel al arboretului complet înfrunzit cînd se produce înflorirea stejarilor și arțarilor, diseminarea ulmului, înflorirea speciilor *Dentaria bulbifera, Asperula odorata* și uscarea părții supraterane a speciilor vernale.

Înflorirea teilor, a lemnului cîinesc, a gramineelor de pădure și a altor specii ierboase estivale marchează un aspect tipic de vară. Coacerea fructelor la arbuști în a doua parte a verii și uscarea parțială a florei ierboase aduce un nou aspect urmat de colorarea frunzelor la arbori, căderea în masă a ghindei și a frunzei lor. Ultimele două aspecte sînt cel al pădurii desfrunzite cu solul acoperit de litieră și cel al pădurii acoperite de zăpadă.

Evoluția biocenozelor cu stejar. Așa cum s-a putut vedea și din prezentarea anterioară, rețeaua trofică a biocenozelor cu stejari este cu mult mai bogată decît a celor cu molid și chiar a celor cu fag. Acest lucru se datorește și raportului mai favorabil dintre căldură și apă în biotopuri dar și variației mai mari a bazei trofice vegetale ceea ce condiționează înmulțirea consumatorilor. Aici sînt mai frecvenți și consumatorii polifagi care pot trece de la un fel de hrană la altul, asigurînd în acest fel mai expeditiv o serie de reglaje biocenotice. De aceea, biocenozele cu stejari și cu specii de amestec se pot considera printre cele mai stabile biocenoze, în regim natural. Intervențiile omului, care nu țin seama de legăturile complexe din aceste biocenoze au dus la dereglări importante, iar pe alocuri chiar la dispariția biocenozelor. Astfel tăierile prea puternice, pășunatul intensiv au dereglat structura părții producătoare și au adus modificări sensibile în biotop.

În urma acestor modificări s-au declanșat succesiuni nedorite prin care carpenul, jugastrul, teiul, arbuștii au eliminat stejarii din amestec. S-au intensificat atacurile de insecte și prin aceasta s-a produs slăbirea treptată a arborilor și chiar uscarea lor în masă (mai ales a speciilor de stejar).

Înmulțirea excesivă a vînatului pune în pericol permanența biocenozelor deoarece puieții ce ar trebui să asigure regenerarea arboretului sînt permanent distruși.

Importanța social-economică a pădurilor de stejar și de stejar cu amestec. Aceste păduri sînt în primul rînd producătoare ale celor mai valoroase și diverse sortimente de lemn. Este cunoscută și prețuită rezistența și frumusețea lemnului stejarilor îndeosebi a gorunului și stejarului pedunculat, calitatea deosebită a lemnului elastic de frasin, a lemnului moale dar compact de tei, de paltin ș.a.m.d. Valoarea lemnului acestor specii, mai ales la dimensiuni mari, este foarte ridicată.

Pădurile de stejar cu amestec de alte specii furnizează importante cantități de miere și de polen, de droguri, de ciuperci.

Dar rolul poate cel mai important al acestor păduri ale căror trupuri nu prea întinse dau farmec peisajului puternic antropizat al dealului și cîmpiei, este cel social-climatic, antierozional, sanitar și de recreere. Industrializarea rapidă a țării a atras după sine urbanizarea, aglomerarea populației în spa-

țiul de beton și asfalt al orașelor. Pe zi ce trece devine tot mai evidentă nevoia celor ce lucrează în condiții de stress fizic și intelectual de a evada măcar cîteva ore în natură. Pădurile de stejari sînt cele mai accesibile din acest punct de vedere dar și cele care sub aspectul diversității și frumuseții întrec toate celelalte păduri ale țării.

Desigur invazia unor mase din ce în ce mai mari de citadini nu rămîne fără urmări negative asupra biocenozelor cu stejari care după cum s-a văzut, sînt foarte stabile în regim natural dar devin foarte labile în cazul unor acțiuni umane necontrolate.

Organizarea unei gospodăriri polifuncționale a acestor păduri, care să răspundă tuturor nevoilor societății este astăzi un imperativ a cărui realizare depinde însă în mare măsură de gradul de cunoaștere a structurii, proceselor lanțurilor trofice din biocenozele respective.

Ecosistemul pădurilor de zăvoi. Răspîndire. Pădurile de zăvoi, respectiv pădurile formate din așa-numite „esențe albe" sau „moi" — sălcii, plopi, anini, sînt localizate în luncile rîurilor.

Luncile se formează acolo unde viteza apei scade iar la acțiunea de eroziune a rîului se adaugă depunerea de aluviuni. Acest proces începe în regiunile de munți joși unde pe lîngă albia rîului apar din loc în loc fîșii înguste de pietrișuri și nisipuri, devine mai activ în regiunea de dealuri unde văile se lărgesc mult iar lunca se individualizează ca formă de relief și capătă amploarea maximă în cîmpie unde luncile capătă lățimi apreciabile (de km sau chiar zeci de km).

Răspîndirea pădurilor de zăvoi este corelată cu gradul de dezvoltare al luncilor — ele ocupă suprafețe mici la munte, devin mai frecvente la dealuri dar își capătă dezvoltarea maximă la cîmpie. Deși nu reprezintă un fenomen zonal totuși și aceste păduri nu rămîn aceleași de la munte pînă la cîmpie. În regiunea de munte biocenozele sînt edificate de aninul alb *(Alnus incana)*, la dealuri de aninul negru (*Alnus glutinosa*) singur sau în amestec cu cel alb; la cîmpie devin predominante salciile *Salix, alba, S. frugilis, S. triandra* și plopii *Populus alba, P. nigra P. conescens* iar aninul negru apare sporadic. Pădurile de zăvoi ocupau odinioară cele mai mari suprafețe în partea de sud și de est a țării, în lunca Dunării și a multiplilor ei afluenți. De mult timp însă luncile au început să fie folosite de om, astfel că treptat suprafața pădurilor de zăvoi s-a redus, masivele s-au împărțit în trupuri nu prea mari, structura lor a fost destul de puternic afectată.

Condiții de formare a biotopului. *Relieful.* Lunca are un relief specific a cărei structură tipică se evidențiază foarte bine la cîmpie. Ea reprezintă o întindere de teren mai mult sau mai puțin plană, săpată de rîu în relieful înconjurător (de munte, deal, podiș sau cîmpie) și umplută cu aluviuni depuse în perioadele de ape mari cînd rîul iese din albia sa obișnuită. Cu toate că apare în general ca o formă de relief plană în realitate lunca are un microrelief caracteristic, dar fără denivelări prea mari. Pe lîngă albia rîului se găsesc grinduri de mal formate din aluviuni mai grosiere (nisipuri), apoi terenul coboară lent pînă la contactul cu malul înalt al cîmpiei sau dealului ce mărginește lunca. Obișnuit la contactul luncii cu relieful vecin iau naștere izvoare a căror apă se scurge lent prin această parte mai joasă a luncii. Aici rămîne mult timp și apa provenită din reversările periodice.

Microrelieful luncii se abate însă mult de la această imagine datorită acțiunii puternice și continui a revărsărilor, a caracterului lor destul de schimbător. Apa sapă atunci chiar în cuprinsul luncii noi brațe secundare, sau astupă

altele mai vechi, taie grindurile existente sau ridică altele noi. În final microrelieful luncilor mari apare ca un cîmp haotic străbătut de albii secundare (stărițe) de grinduri ce se încrucișează, de locuri joase cu bălți și gropi etc. Denivelările acestui microrelief nu întrec însă cîțiva metri. Totuși aceste denivelări prezintă o importanță decisivă pentru formarea variatelor biocenoze de luncă, deoarece de ele depinde durata inundării terenului și modul de aprovizionare cu apă din substrat, în perioadele cu ape mici, factori decisivi în selectarea speciilor alcătuitoare a biocenozelor.

Clima. Luncile nu au un climat propriu. Porțiunile lor cuprinse în diferite zone sau etaje au climatul corespunzător acestora. Dar fiecare din aceste climate zonale capătă cîteva caracteristici distinctive în cuprinsul luncii. Amplitudinea termică diurnă și anuală crește datorită acumulărilor de aer rece noaptea și iarna și a sporirii temperaturilor pozitive ziua și vara. Umiditatea aerului este permanent mai mare. Efectele termice sînt un rezultat al poziției luncii în relief, al condițiilor de adăpost pe care le creează în ce privește mișcările aerului, iar umiditatea mai ridicată a aerului se datorește evaporației sporite de pe suprafața liberă a apei și din aluviunile umede.

Regimul hidrologic. Un fenomen caracteristic luncilor este revărsarea periodică a apelor provocată de creșterea nivelului rîului fie în urma topirii zăpezilor, fie ca rezultat al ploilor torențiale. Legat de acesta este și procesul continuu de aluvionare și modificare a microreliefului.

Durata și intensitatea revărsărilor crește de la munte spre cîmpie astfel că de la inundații de cîteva zile care acoperă suprafețe restrînse de ordinul zecilor de ha, se ajunge în luncile mari de cîmpie la inundații de 1—4 și chiar 6 luni, care puteau acoperi sute de mii de ha (de pildă în lunca Dunării înainte de îndiguire).

Substratul pedogenetic. Este reprezentat în lunci prin material aluvionar de origini și cu compoziții mineralogice foarte diferite. Materialul se află în diverse faze de mărunțire, de la pietrișuri mari pînă la luturile cele mai fine. Aluviunile grosiere se depun în porțiunile de munte și de deal a luncilor, cele mai fine în luncile de cîmpie.

Soluri. În lunci, numai pe grindurile foarte înalte, practic neinundabile sau foarte rar inundabile devine posibilă dezvoltarea normală a proceselor pedogenetice care conduc spre formarea tipurilor de sol propriu zonei climatice în care se află porțiunea de luncă respectivă. În asemenea situații iau naștere soluri aluviale brune sau cernoziomice. În celelalte situații unde procesele de aluvionare, de spălare, de acțiune permanentă a apei de suprafață sau freatică rămîn precumpănitoare și se dezvoltă soluri aluviale crude cu fenomene de gleizare în profunzime sau lăcoviști.

Specificul biotopurilor. Luncile se caracterizează printr-o accentuată neuniformitate a biotopurilor datorită însușirilor fizice și chimice ale aluviunilor, duratei inundațiilor și adîncimii apei freatice.

Regimul termic se caracterizează prin extreme termice mai mari, frecvența mai mare a înghețurilor timpurii și tîrzii.

Potențialul termic al luncilor este în general ridicat chiar în regiunea de dealuri și munte (între 3 000—3 500°C) fiind foarte ridicat la cîmpie (4 000—4 500°C).

În general, cu excepția locurilor acoperite mult timp de apă sau a celor în care apa freatică aflată la mică adîncime provoacă fenomene de gleizare, biotopurile de luncă se caracterizează prin regimuri hidrice a aluviunilor echili-

brate și chiar excedentare în tot cursul sezonului de vegetație și prin conținut relativ ridicat de substanțe minerale mereu reînnoit prin aluvionările periodice.

Datorită inundațiilor perioada de vegetație în special pentru plantele ierboase este mai redusă decît în teritoriile alăturate luncii.

Aproape toate plantele de luncă sînt heliofile. Ca urmare în toate biotopurile intensitatea luminii, chiar sub masivul pădurii, este relativ ridicată.

Principalele caracteristici ale biocenozelor. În lunci, datorită diversității biotopurilor se formează un mare număr de biocenoze care ocupă de regulă suprafețe nu prea întinse. Lunca apare astfel ca un mozaic puternic divizat de biocenoze de pădure, de pajiște, de mlaștină și acvatice.

Dintre păduri se distinge o categorie a pădurilor de luncă de esență tare formate din stejar, frasin, ulm, alte specii de amestec și o categorie a pădurilor de zăvoi cu esențe moi, albe, în care predomină sălciile, plopii, aninii.

Pădurile formate din esențe tari, aflate doar pe porțiunile cele mai înalte, neinundabile, au caracteristici apropiate de ale celorlalte păduri de stejar, desigur cu unele particularități datorate condițiilor speciale ale luncii. Nu se va mai face aici prezentarea lor.

Pădurile de zăvoi au în comparație cu aceste păduri o structură specială care constituie expresia complexului de factori cu totul deosebit al luncii. În cele ce urmează se prezintă tocmai aceste păduri.

P r o d u c ă t o r i. Stratul arborilor care dă cantitatea cea mai mare de biomasă poate fi format din sălcii, plopi, anini. Astfel în regiunea de munte, aninul alb *(Alnus incana)* constituie singur acest strat. În luncile din regiunea de dealuri dominant absolut este aninul negru *(Alnus glutinosa)* la care se poate asocia uneori și aninul alb. În aceste lunci se pot forma local și biocenoze dominate de sălcii *(Salix alba, Salix cinerea, S. incana)* și chiar plopi *(Populus nigra* mai rar *Populus alba)*. În luncile de cîmpie pe primul loc trec biocenozele cu stratul arborilor format din sălcii *(Salix alba, S. fragilis, S. triandra)* și plopi *(Populus alba, P. nigra, P. canescens)*. Biocenozele cu plop ocupă biotopurile mai înalte — grindurile nisipoase cu durata de inundație scurtă; cele cu salcie se află în biotopurile joase și foarte joase cu durata de inundație mijlocie și lungă. Salcia și-a dezvoltat în aceste condiții capacitatea de a forma rădăcini adventive pe trunchi pînă la înălțimea apei din inundații. Frecvente sînt situațiile cînd plopii se amestecă cu sălciile. Uneori apare și aninul negru în amestec cu salcia sau cu salcia și plopul alb. Se întîlnesc local și biocenoze cu anin negru (în zona de izvoare la marginea luncii). În aceste condiții aninul își formează un sistem de rădăcini înălțat, care ridică trunchiul deasupra nivelului apei.

Cu excepția aninișurilor care rămîn încheiate pînă la vîrstă mai mare, stratul arborilor pădurilor de zăvoi se rărește destul de timpuriu astfel că pădurea bătrînă are o densitate relativ redusă de arbori și o intensitate luminoasă destul de mare sub masiv.

Caracteristic pentru arborii din lunci este creșterea rapidă în tinerețe pînă la vîrsta de 20—30 ani și longevitatea lor redusă datorită în special bolilor criptogamice, a căror dezvoltare este favorizată de natura lemnului și de umiditatea ridicată din luncă. O excepție în această privință o constituie tot aninul negru.

În biotopuri de bonitate ridicată la vîrsta de 30 de ani, numărul de arbori la ha, înălțimea lor medie și diametrul mediu sînt:

pentru plopul alb în medie sînt 607 indivizi/ha cu 25,6 m înălțime și 27 cm.

pentru salcia albă 494 indivizi/ha cu 25,2 m înălțime și 32 cm.

Stratul arbuștilor este de regulă bine dezvoltat în plopișuri și sălcete mai în vîrstă (peste 20—30 ani) situate în biotopurile cu durată de inundație scurtă. Este compus îndeosebi din sînger *(Cornus sanguinea)*, crușinul *(Rhamnus frangula)*, călinul *(Viburnum opulus)*, salba moale *(Evonymus verrucosa)* gherghinar *(Crataegus monogyna)*, porumbar *(Prunus spinosa)*, lemn cîinesc *(Ligustrum vulgare)*, soc negru *(Sambucus nigra)*. Înălțimea stratului poate atinge 5—6 m iar gradul de închidere poate ajunge 100%.

Stratul ierbos, de asemenea mai bine dezvoltat în pădurile în vîrstă, mai luminate, în care stratul ierbos lipsește sau este fragmentar poate fi format din următoarele combinații:

— *Oxalis-Pulmonaria*, în biocenoze cu anin alb pe prundișurile de la munte; în stratul ierbos alături de *Oxalis acetosella*, dominante apar *Pulmonaria rubra, Symphytum cordatum, Euphorbia amygdaloides, Geum urbanum, Geranium robertianum, G. phaeum, Glecoma hirsuta, Impatiens noli-tangere, Caltha laeta* ș.a.

— *Aegopodium* în biocenozele cu anin negru din luncile de la dealuri; în stratul ierbos este dominant *Aegopodium podagraria* la care se adaugă *Parietaria officinalis, Glecoma hederacea, Solanum dulcamara, Polygonum mite, Brachypodium silvaticum, Lysimachia nummularia, Ranunculus repens, Carex remota* ș.a.

— *Rubus caesius* în biocenozele cu plopi sau sălcii din biotopurile mai înalte cu durata redusă a inundațiilor; murul *(Rubus caesius)* este absolut dominant; se mai găsesc exemplare izolate de *Lysimachia vulgaris, Lycopus europaeus, Galium aparine, Brachypodium silvaticum, Dactylis achersoniana, Geum urbanum, Aegopodium podagraria Cynanchum vincetoxicum, Festuca gigantea, Alliaria officinalis, Urtica dioica* ș.a.

— *Bidens-Lycopus* în biocenozele cu sălcii aflate în biotopuri joase, cu inundații prelungite; stratul ierbos este format din *Bidens cernuus, Lycopus europaeus, L. exaltatus, Eupatorium cannabinum, Galium aparine, Lysimachia vulgaris, L. nummularia, Mentha aquatica, Polygonum hidropyper, P. mite, Scutellaria galericulata, Stachys palustris, Solanum dulcamara, Symphytum officinale.*

— *Carex acutifolius-Iris pseudacorus* în biocenozele cu anin negru aflate în biotopurile de baltă din zona izvoarelor de sub mal a luncilor de cîmpie; cele două specii ce dau numele combinațiilor sînt însoțite de alte plante hidrofile: *Carex riparia, C. vulpina, Polygonium hidropyper, Caltha laeta, Solanum dulcamara* ș.a.

Biomasa produsă anual de biocenozele de luncă se ridică la 8—14 t, fiind una din cele mai ridicate pentru păduri. Asemenea cantități sînt produse în biocenoze cu arboret tînăr. După îmbătrînirea arboretului și rărirea pădurii producția scade mult. În cazul unei dezvoltări puternice a subarboretului contribuția acestuia la biomasa produsă se poate evalua la 1t/ha. Stratul ierbos-arbustiv bine dezvoltat (de pildă cu *Rubus caesius* dominant) poate produce o cantitate de biomasă tot atît de mare ca și arbuștii (între 0,1—1,5 t/an/ha).

Lanțuri trofice legate de biomasă. Ca și la celelalte biocenoze de pădure lanțurile trofice principale pornesc de la biomasa arborilor fiind vorba de:

— lanțurile consumatorilor de frunze (insecte, ciuperci);
— lanțurile consumatorilor de flori, semințe;
— lanțurile consumatorilor de scoarță și lemn.

Există de asemenea numeroase lanțuri ale consumatorilor de arbuști și ierburi.

Lanțurile consumatorilor de frunze cuprind insecte defoliatoare lepidoptere ca: fluturele alb al plopului *(Stilpnotia salicis)* la care larvele produc defolieri totale, pe plop și salcie, omida păroasă a dudului *(Hyphantria cunea)*, inelarul *(Malacosoma neustria)* gîndacul de frunză al aninului *(Agelastica alni)*; mîncătoare de ierburi dintre ortoptere, *Acrida hungarica* și o serie de insecte sugătoare ca păduchele de plante *(Aphis atriplici)*, păduchele cenușiu al verzii (Brevicoryne brassicae). Alte insecte fac gale pe frunze, galicole, cinipidele *(Neuroterus quercus, baccarum, cynipsquercusfolii, Diplolepis mayri, Diplolepis centifoliae, Aylax kerneri, Isocolus scabiosa Adleria Rollari* ș.a.

Lanțurile consumatorilor de flori și semințe cuprind insecte consumatoare de nectar (la sălcii de pildă) ca albinele *(Apis mellifica — Xylocaopa violacea, Bombus hortorum, Megachile centuncularis)* etc., o serie de fluturi se hrănesc cu nectar și polen.

Din lanțurile consumatorilor de lemn și scoarță se pot aminti din coleoptere pentru plop — ploparul *(Saperda populnea)* iar dintre tentredinide *(Xyphidria picta, Xyphidria prolongata)*; larvele acestor insecte atacă lemnul de salcie; dintre lepidoptere sînt *(Zeuzera pyrina)* sfredelitorul ramurilor *(Cossus cossus)*, sfredelitorul tulpinilor.

Consumatori de ordinul I legați de fructele arbuștilor, de semințele și partea aeriană și subterană a plantelor ierboase sînt numeroase insecte: dintre ortoptere, lăcusta călătoare *(Locusta migratoria)* specie polifagă, foarte multe gasteropode, iar dintre păsări: cinteza, sticletele *(Carduelis carduelis)* coțofana (*Pica pica*), cioara de semănătură *(Corvus frugilegus)* mamifere: șobolanul de apă — *(Arvicola terrestris)* șoarecele de pădure — *Apodemus silvaticus* și alți șoareci — *A. microps, A. agrarius*, șoarecele de mișună *(Mus musculus spicilegus)*, iepurele — *(Lepus europaeus)*.

Consumatori de ordinul II și III în lanțurile amintite pot fi insecte de pradă asilide, carabide și viespile; dintre diptere, asilide *(Laphria flava)* insectă prădătoare care atacă diptere, ortoptere, himenoptere, are un zbor rapid prin locuri luminoase. Insecte parazite dintre bombiliide *(Bombylius discolor)* larva parazitează larve și pupe de apide solitare. Tot consumatori de ordinul II sînt: broaște, șopîrle și șerpi.

Păsările insectivore (pițigoiul mare, pătărușul — *Troglodytes, troglodytes*, grangurul — *Oriolus oriolus*, ciocănitorile și ciocîrlia moțată destul de frecventă distruge multe insecte ș.a. păsări de pradă ciufuf de pădure — *(Asio otus)*, șoricarul comun *(Buteo buteo)*, vinderelul roșu *(Falco tinunculus)* ș.a., iar dintre mamifere unii chițcani, *Crocidura suaneolens*, cîrtița *(Talpa europaea)*, dintre carnivore vulpea *(Canis vulpes)* ș.a.

Lanțuri trofice ce pornesc de la necromasă. Necromasa de regulă foarte bogată poate fi însă de multe ori spălată de apele de inundație intrînd în lanțurile trofice acvatice.

Dintre nevertebratele fitofage (consumatori de ordinul I) ale necromasei pădurilor de luncă se pot menționa numeroase specii de colembole, acarieni, enchitreide, lumbricide și nematode.

Consumatori de ordinul II sînt îndeosebi specii de aranee, miriapode și coleoptere.

Multe specii de ciuperci, actinomicete, bacterii contribuie la descompunerea totală a detritusului.

Aspectele fenologice ale pădurilor de luncă. După un aspect fenologic preestival cu pădurile lipsite de frunze şi sol acoperit cu litieră, intervine aspectul de înflorire a arborilor (sălcii, plopi, anini) urmat de un alt aspect al înfrunzirii arborilor şi arbuştilor. Coacerea seminţelor de plopi şi sălcii care coincide obişnuit cu inundaţiile de primăvară constituie alt aspect important. După scăderea apelor de pe locurile înalte se produce dezvoltarea murului şi speciilor asociate de ierburi. Acelaşi aspect cuprinzînd numai diverse ierburi are loc ceva mai tîrziu după retragerea apelor de pe locurile joase.

Coacerea fructelor de mur şi a fructelor de arbuşti este urmată de colorarea frunzelor la arbuşti şi apoi de căderea frunzelor la arbori şi arbuşti şi de uscarea ierburilor. Pădurea cu arbori şi arbuştii lipsiţi de frunze şi solul acoperit de litieră este penultimul aspect, urmat de cel al pădurii sub zăpadă.

Evoluţia biocenozelor de păduri de zăvoi. Regimul hidrologic cu totul deosebit al luncii caracterizat prin revărsări periodice (una-două pe an) cu durata mai mare sau mai mică ca şi condiţiile foarte favorabile de căldură, apă şi hrana din lunci determină rapide procese de evoluţie a vegetaţiei.

În lunci, unde anual apar suprafeţe de teren noi, formate prin aluvionare, au loc permanent procese de singeneză, adică de neoformare a biocenozelor trecînd prin cunoscutele stadii de colonizare, agregare competiţie, consolidare şi stabilizare. Salcia şi plopul sînt perfect adaptate pentru a participa cu şansele cele mai mari la ocuparea acestor terenuri. Coacerea seminţelor producîndu-se în perioada de revărsare de primăvară, seminţele ajunse în apa şi adesea chiar germinate sînt depuse odată cu mîlul, răsar imediat după retragerea apelor şi realizează pînă în toamnă seminţişuri dese, înalte pînă la 1 m (renii). În anul următor ele ajung la înălţimea de 2—3 m, consolidează prin rădăcinile lor aluvionea şi creează în scurt timp o nouă pădure.

Dar tot datorită unei alte adaptări de autoeliminare foarte puternică în populaţiile de sălcii şi plopi la vîrste mici, arboretele se răresc puternic de la 20—30 de ani, solul se înierbează iar salcia şi plopul nu se mai pot regenera din sămînţă în ţelina formată. Pe măsură ce arborii rămaşi se usucă, datorită diverselor cauze (atacuri de ciuperci, de insecte), pădurea se transformă în rarişte înierbată iar apoi chiar într-o biocenoză de pajişte. Revenirea la pădure nu se poate face decît printr-o nouă aluvionare care să acopere terenul.

În pădurile de plop aflate pe grindurile mai înalte, rar inundabile, din seminţe aduse de vînt apar puieţi de specii cu lemn tare — ulm, stejar, frasin. Aceştia se ridică treptat iar după dispariţia plopilor bătrîni se poate înfiripa o pădure de ulm, de stejar, de frasin sau de amestec între aceste specii. Adesea rămîne în amestec şi plopul alb.

Importanţa social-economică a pădurilor de zăvoi. Ca şi celelalte păduri, zăvoaiele furnizează lemn, este adevărat de calitate mai puţin bună dar totuşi cu utilizări multiple (pentru producere de celuloză, hîrtie, de diverse obiecte de uz casnic, pentru foc etc.). Cultura plopilor şi sălciilor selecţionate, care se remarcă şi prin producţia de mari cantităţi de lemn bun pentru prelucrare în fabrici de celuloză sau pentru derulaj, permite să se economisească lemnul mai preţios de răşinoase. Pădurile de zăvoi constituie baza de producere a multor droguri, a mierii de salcie ş.a.

Un rol foarte important revine pădurilor de zăvoi în formarea şi protejarea mediului din luncă. Ele fixează aluviunile, micşorează viteza apelor,

contribuie la aluvionarea în continuare a terenului, la apărarea malurilor și taluzelor.

În regiunea de cîmpie mai ales în zona de stepă, aceste păduri sînt singurele care înviorează peisajul monoton, creînd o oază de pădure în monotonia stepei, cu o variată lume de plante și animale ce lipsesc altfel din regiune. Pentru centrele urbane și chiar cele rurale ele reprezintă singurele zone verzi disponibile pentru odihnă, recreere, turism. Se impune de aceea protecția lor atentă și folosirea rațională, pentru a nu se pierde această frumoasă parte a naturii din țara noastră.

5.2.3.2. ECOSISTEME DE TUFĂRIȘURI

Ecosisteme de tufărișuri pitice alpine. Răspîndire. Tufărișurile pitice alpine au o răspîndire cu totul redusă — ele apar doar pe vîrfurile cele mai înalte ale munților la altitudini de peste 2 200 m în sudul țării și peste 2 000 în nord. Se întîlnesc în munții Rodnei, Călimani, Bucegi, Făgăraș, Parîng-Cindrel, Retezat, Țarcu, Godeanu. Dar chiar în aceste masive nu ocupă decît suprafețe restrînse din etajul alpin, restul revenind pajiștilor scunde alpine și ecosistemelor cu plante în perinițe.

Condiții de formare a biotopurilor. *Relieful.* Formele de relief ce caracterizează biotopurile sînt destul de diferite — versanți adăpostiți cu diverse expoziții, coame, microdepresiuni. Localizarea pe un anumit tip de relief a fiecărei biocenoze depinde în mare măsură de modul de depunere a zăpezii în raport cu vînturile, de modul cum se produce aprovizionarea cu apă.

Clima. Clima aspră a etajului alpin cu valori ale temperaturii medii anuale de —1,5—2,5°C, aproape fără zile cu temperaturi peste +10°C, cu precipitații în jur de 1 400 mm, în cea mai mare parte sub formă de zăpadă și cu perioade active de vegetație de cel mult 1 lună pe an și cea cu solul acoperit de zăpadă de 8—10 luni pe an, creează ambianța generală climatică pentru constituirea tufărișurilor alpine. Dar, în formarea lor un rol cu totul special revine climatelor locale create sub influența reliefului, a vîntului și a zăpezii.

Substratul pedogenetic. Substraturile pot fi variate; șisturi cristaline, roci calcaroase, roci eruptive.

Soluri. Solurile sînt de regulă superficiale, frecvent schelete, și pot aparține tipurilor podzolic humico-silicatic, pararendzină.

Specificul biotopurilor. Pentru cele trei biocenoze ce se vor prezenta în continuare, biotopurile sînt deosebite. Astfel tufărișul de salcie pitică *(Salix reticulata)*, instalat pe versanți adăpostiți unde zăpada acumulată rămîne mult timp în strat gros, are ca specific al biotopurilor umiditatea suficientă în timpul verii, adăpostul termic și eolian al zăpezii în timpul iernii, conținutul ridicat de baze în soluri și pH neutru 6,7—7,3.

Tufărișul de salcie pitică cu arginție *(Salix reticulata — Dryas)*, instalat pe coame largi și versanți vîntuiți, unde zăpada acumulată nu are grosimi atît de mari, are ca specific al biotopurilor uscăciunea periodică de vară din solurile pararendzinice, care sub raportul conținutului de baze și al pH-ului nu diferă însă de cele anterioare.

Tufărișul de salcie pitică *(Salix herbacea)*, ce se localizează în microdepresiuni, care în tot timpul sezonului de vegetație au solul îmbibat cu apa provenită din zăpada ce se topește, are ca specific al biotopurilor tocmai această permanență a umidității solului, de regulă acid și cu conținut redus în baze.

Caracteristici principale ale biocenozelor. *Producători.* În biocenozele de tufărișuri pitice alpine, principalul producător sînt sălciile *(Salix reticulata, S. herbacea).* Aceste sălcii, de dimensiuni minuscule, au tulpinița culcată pe sol, în primii 2—3 cm sub suprafață, iar deasupra solului ies doar frunzele sau lăstari cu frunze și flori. Printre aceste frunze care acoperă o bună parte din sol se instalează o mulțime de plante alpine tip perinițe cît și alte specii ca: *Minuartia sedoides, milițeaua (Silene acaulis), cornuțul Cerastium alpinum, clopoțeii de munte (Campanula alpina),* degetărițul *(Soldanella pusilla), Armeria alpina, Pedicularis oederi,* violetele de munte *(Viola alpina) Achillea schurii,* iarba șopîrlelor *(Polygonum viviparum* ș.a.).

Prezența codominantă a speciei *Dryas octopetala* legată de un drenaj mai accentuat al solurilor în primăvară cît și a altor specii oligoterme rezistente la vînt ca păiușul *(Festuca glacialis),* horștii *(Luzula spicata),* rogozurile *Carex rupestris, C. capillaris* ș.a. diferențiază biocenoza cu *Salix reticulata — Dryas octopetala.* În grupa speciilor chionohigrofile — *Salix herbacea, Cerastium cerastioides, Gnaphalium supinum, Polytrichum sexangulare, Sedum alpestre, Veronica alpina,* definesc alături de celelalte specii alpine comune biocenoza cu *Salix herbacea.*

Cea mai răspîndită este biocenoza cu *Salix reticulata — Dryas octopetala.* Celelalte două biocenoze și îndeosebi ultima apar pe suprafețe restrînse, uneori nedepășind 1 m².

Biomasa produsă este extrem de mică — abia 0,008 t/an/ha după evaluări în biocenoze similare din alte sisteme de munți (Bliss, 1962). Totuși rata asimilației este vara destul de ridicată 0,30—0,73 g/m²/săptămînă (Bliss, 1962). *Lanțurile trofice* ale biocenozelor de tufărișuri alpine sînt încă nestudiate la noi, astfel că cele se pot numai suprapune cu cele ce urmează în celelalte tufărișuri. Este neîndoios că în condițiile aspre ale etajului alpin atît numărul de specii cît și efectivele populațiilor consumatorilor fitofagi trebuie să fie reduse. Dimensional acestea nu pot fi de asemenea mari.

Aspecte fenologice sînt puțin cunoscute. Sălciile înfloresc timpuriu în ultima decadă a lui iunie sau prima decadă a lui iulie creind un aspect specific în aceste biocenoze.

Importanța scial-economică. Biocenozele de tufărișuri alpine au o valoare ridicată numai în crearea și protecția mediului alpin. Ele asigură conservarea solurilor, ce se formează aici cu greu și contribuie prin puțina biomasă produsă la existența puținelor animale alpine.

Asemenea biocenoze odată distruse au nevoie de zeci de ani pentru a se reface. Este necesar de aceea să se procedeze cu multă grijă atunci cînd, pentru diverse nevoi, se fac amenajări în etajul alpin.

Ecosisteme de tufărișuri subalpine. Răspîndire. Tufărișurile subalpine, ocupau odinioară cea mai mare parte din etajul subalpin. Ele au fost însă treptat arse și defrișate pentru a face loc pajiștilor, astfel că în prezent s-au mai păstrat puține din aceste tufărișuri.

Altitudinile între care se găsesc tufărișurile sînt de 1 850—2 250 m în sud și 1 700—2 000 m în nordul țării. Local, asemenea tufărișuri se pot întîlni în locuri cu inversiuni termice. Masivele muntoase în care se mai întîlnesc întinse suprafețe de tufărișuri sînt munții Rodnei, Călimani, Bucegi, Făgăraș, Parîng, Cindrel, Țarcu, Godeanu, Retezat.

Condiții de formare a biotopurilor. *Relieful.* În etajul subalpin tufărișurile apar pe toate formele de relief dar pe suprafețe mai mari s-au păstrat pe versa ți abrupți, versanți umbriți, în căldări glaciare, pe grohotișuri.

Clima. Clima este cea caracteristică etajului subalpin cu temperaturi medii anuale de 0,5—1,5°C, iar temperaturile medii lunare cele mai mari de vară de 10—12°C. Precipitațiile sînt abundente — 1 200—1 300 mm și chiar mai mult. Zăpada acoperă solul circa 7 luni pe an iar perioada cu temperaturi medii peste 10°C nu trece de 1—2 luni.

Umiditatea aerului este variabilă mai ales în cursul verii datorită insolației puternice.

Substratul pedogenetic. Ca substraturi pot să se afle roci foarte diverse — șisturi cristaline, calcare, conglomerate, andezite, granite ș.a.

Solurile sînt de tipul podzolului humico-feri-iluvial, brun podzolic subalpin iar pe calcare, rendzine. Aciditatea este mare (pH 4,2—5,4), conținutul de baze redus (V = 13—16%) . În orizontul superior se găsește mult humus brut (16—20%).

Specificul biotopurilor. Biotopurile ce iau naștere în ambianța etajului subalpin sînt extraordinar de variate atît din punctul de vedere a regimului termic cît și a regimului hidric. Deosebirile sînt adesea foarte mari de la un versant umbrit la unul însorit sau de la unul puternic drenat la unul permanent umezit. Datorită variației puternice a umidității aerului evapotranspirația poate avea valori ridicate în biotopurile însorite intervenind pentru scurt timp chiar perioade de deficit hidric.

Aceasta explică de fapt caracterul xeromorf al structurii unor specii de tufăriș.

Caracteristicile principale ale biocenozelor. Producători. Tufărișurile subalpine cuprind două mari categorii de biocenoze — cele de talie mare formate din jneapăn *(Pinus montana)* și liliac de munte *(Alnus viridis)* și cele de talie mică formate din ienupăr *(Juniperus sibirica)* și ericacee — îndeosebi din smîrdar sau bujor de munte *(Rhododendron kotschyi)*.

Biocenozele de talie mare au înălțimea de 2—4 m, fiind alcătuite în stratul superior din tulpinile repente (întinse pe pămînt) ale speciilor amintite, ale căror ramuri și vîrfuri se ridică spre lumină creînd un desiș de nepătruns. Într-o biocenoză de jnepeniș numărul de vîrfuri și ramuri poate ajunge la 27 000/ha. Trunchiurile, deși au creștere foarte înceată, pot avea diametre de peste 10 cm, ramurile au între 2—7 cm.

Al doilea strat este alcătuit din ierburi și subarbuști. Frecvente sînt *Soldanella hungarica, Homogyne alpina, Calamagrostis arundinacea, Deschampsia caespitosa, Oxalis acetosella, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea*.

Numărul de indivizi la ha poate ajunge la 5 milioane.

Al treilea strat de mușchi este constituit din *Polytrichum commune, P. juniperinum, Dicranum scoparium, Pleurozium schreberi* ș.a. Acoperă aproape integral solul.

Biomasa produsă de jnepeniș într-un an în stațiuni optime de dezvoltare se ridică la 6,66 t/ha din care stratul jneapănului are 3,969 t/ha masă lemnoasă, reprezentînd 52% iar acele 48%; stratul de ierburi-subarbuști sintetizează 1,142 t/ha, iar mușchii 1,5 t/ha/an (după G h. Coldea și col. 1977).

Biocenozele cu liliac de munte au în stratul arbustiv acest arbust, care ca și jneapănul ridică vîrfuri și ramuri din tulpinile culcate la pămînt. În cuprinsul lor se formează un strat ierbos cu totul deosebit cu specii de talie înaltă cum sînt *Aconitum lasianthum, A. toxicum, Carduus personata, Delphinium elata, Heracleum spondylium, Senecio nemorensis, Adenostyles kerneri, Chaerophyllum cicutaria, Angelica archangelica, Valeriana sambucifolia, Petasites kablikianus* ș.a. Asupra biomasei produse de aceste biocenoze nu sînt date.

Biocenozele de tufăriș de talie mică au înălțimea de 30—100 cm. În stratul superior domină, în ienuperișuri *Juniperus sibirica*, care atinge înălțimi pînă la 1 m, iar în rodorete — *Rhododendron kotschyi* care nu depășește înălțimea de 30 cm. Biocenoza cu ienupăr se formează obișnuit prin invazia ienupărului în pajiștile subalpine, îndeosebi în cele cu *Nardus*. Tufele dense de ienupăr acoperă aproape întegral solul. Sub ele un strat separat îl alcătuiesc subarbuști de afin *(Vaccinium myrtillus)*, și merișor *(V. vitis idaea)*, *V. uliginosum*. Speciile ierboase sînt slab reprezentate prin tîrșe *(Deschampsia caespitosa, D. flexuosa)*, păiuș roșu *(Festuca rubra)*, iarba vîntului *(Agrostis tenuis)*, *Hypericum alpigenum, Homogyne alpina, Campanula abietina, Aconitum degeni, Soldanella montana* ș.a.

Stratul inferior este alcătuit din mușchi și licheni ce acoperă aproape integral solul. Mușchii sînt aceiași ca în jnepeniș .

Biomasa produsă de această biocenoză este mai redusă decît cea a jnepenișurilor. Lipsesc însă date exacte.

Biocenoza cu smîrdar apare ca un covor ce acoperă compact solul pe versanții uniformi. Pe versanți stîncoși se poate afla în complex și cu alte biocenoze. Speciile ce se asociază smîrdarului, de regulă absolut dominant, sînt semiarbuștii din genul *Vaccinium* și specii ierboase de pajiște — părușca *(Festuca supina)*, iarba vîntului *(Agrostis rupestris)*, *Anthoxanthum odoratum, Sesleria coerulans, Poa alpina, Nardus stricta, Homogyne alpina, Potentilla ternata, Hieracium aurantiacum, Geum montanum, Campanula alpina, Ranunculus montanus*. Și în această biocenoză mușchii sînt prezenți în stratul cel mai de jos prin speciile *Polytrichum juniperinum, P. commune, Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Drepanocladus montanus*.

Deși dimensional tulpinile de smîrdar nu sînt mari, vîrsta exemplarelor poate fi apreciabilă.

Biomasa produsă este probabil la fel de redusă ca a ienuperișurilor.

Lanțurile trofice ce pornesc de la biomasa produsă în biocenozele prezentate au fost puțin studiate astfel că nu se cunosc decît unii din componenții animali ai biocenozelor.

Astfel, în lanțul consumatorilor de ace și muguri de jneapăn se încadrează larvele viespei jneapănului *(Acanthalida nemoralis)*. Consumatori de ordinu III sînt furnicile *(Formica polyctena)* alte insecte de pradă (carabide) sau parazite, păsări (15 specii insectivore dintre care pe primul loc *Phylloscopus collybita* (pasăre specifică jnepenișului).

Lanțurile trofice ale seminților sînt alcătuite din insecte, păsări *(Loxia curvirostra)* sau mamifere *(Sorex minutus, S. aureus, S. alpinus, Microtus nivalis)*. Consumatori de ordinul II pot fi păsări de pradă, mamifere, insecte de pradă sau parazite.

Lanțurile trofice ale tulpinii cuprind insecte xilofage și de scoarță încă nsuficient studiate.

Desigur se dezvoltă și alte lanțuri trofice ce-și au punctul de plecare în biomasa subarbuștilor, ierburilor, mușchilor. Ele nu sînt încă studiate.

Lanțuri trofice legate de necromasă. Cercetările de pînă acum au arătat că și în condițiile de jnepeniș există o bogată faună de microartropode saprofite în litieră și sol. Pe primul loc se situează acarienii urmați de colembole (specii dominante — *Isotomiella minor; Isotoma violacea, Folsomia quadrioculata, Anurophorus laricis)*, enchitreide *(Fridericia retzeli, F. galea*, lumbricide *(Dendrebena alpina)*.

Ultimele două grupe sînt reprezentate însă prin efective mici astfel că rolul lor în transferul materiei și a energiei din jnepeniș nu este prea mare. Tot puține sînt larvele de diptere și coleoptere. Consumatori de ordinul II sînt diverse insecte de pradă și parazite iar consumatori de ordin superior sînt păsările, organisme hiperparazite etc.

Pentru celelalte biocenoze de tufăriș nu se dispune încă de date privind viața animală.

Aspecte fenologice. În general, toate tufărișurile sînt acoperite de zăpadă în timpul iernii astfel că practic ele nu dau un aspect de iarnă deosebit. La începutul verii se remarcă aspectele date de înflorirea speciilor și de formarea noilor lăstari. Acest aspect este deosebit de marcant la tufărișurile de smîrdar cu florile lor colorate în nuanțe de roșu-roz. În iulie-august un aspect distinct este realizat prin înflorirea speciilor ierboase.

Evoluția tufărișurilor subalpine. Tufărișurile subalpine reprezintă biocenoze foarte stabile în condiții naturale. Omul a intervenit însă de mult în etajul subalpin și a acționat în genere distructiv asupra tufărișurilor, pentru a crea suprafețe cu pajiști. În cele mai multe situații după defrișarea tufărișurilor terenul este invadat de subarbuștii prezenți în jnepeniș — speciile de *Vaccinium* care alcătuiesc apoi un tufăriș secundar. Reinstalarea tufărișurilor primare se face greu datorită condițiilor climatice nefavorabile.

Importanța social-economică a tufărișurilor subalpine. Tufărișurile subalpine produc și unele resurse care prezintă interes pentru economie. Așa este cetina de jneapăn din care se obțin uleiuri eterice scumpe, florile de Rhododendron folosite pentru dulceață și ceai, mierea pe care o adună albinele din flori etc.

Covîrșitoare este însă importanța lor ca parte a mediului de viață subalpin. Astfel tufărișurile închegate împiedică producerea de avalanșe în timpul iernii, reglează scurgerea apelor din topirea zăpezii și din precipitațiile lichide tocmai la obîrșiile tuturor rîurilor mari. Ele constituie pavăza cea mai sigură împotriva eroziunii solului subalpin care odată declanșată numai cu greu mai poate fi stăvilită datorită ploilor dese și abundente și a greutății de instalare a vegetației. Tufărișurile de jneapăn constituie scutul natural al pădurii de limită aflată în condiții precare de viață și de aceea foarte vulnerabilă.

Este imperios necesar să se păstreze toate tufărișurile subalpine ce au scăpat de defrișare și să se urmărească reinstalarea lor pe pante mari, pe grohotișuri, pe stîncării, mai ales în obîrșiile văilor, pentru ca ele să-și poată îndeplini cît mai bine importantele funcții de protecție ce le revin.

5.2.3.3. ECOSISTEME DE PAJIȘTE

Ecosistemul pajiștilor de părușcă (*Festuca supina*) **și coarnă** (*Carex curvula*). **Răspîndire.** Pajiștile de părușcă și mai ales de coarnă ocupă zonele cele mai înalte ale munților, de la limita la care nu se mai formează păduri, intrînd în alcătuirea etajului bioclimatic alpin și subalpin. Limita inferioară este mai coborîtă în nordul țării, la 1 700 m altitudine și mai ridicată în sud, la 1 800—1 900 m. Limita superioară este impusă numai de înălțimea munților, la noi în țară ajungînd la circa 2 500 m. Cele mai multe pajiști alpine și subalpine din totalul de 12 000 ha de pe întinsul țării sînt răspîndite în munții înalți: munții Retezat, Parîng, Făgăraș, Bucegi, Călimani și Rodnei. Pajiștile se întrepătrund la limita superioară cu tufărișurile

pitice, în timp ce la limita inferioară ocupă mai ales terenul rezultat după defrișarea jnepenișurilor. În timp ce pajiștile de părușcă se întind pe întreaga bandă altitudinală amintită, pajiștile de coarnă apar numai la limita superioară în etajul alpin propriu-zis și preferă masivele cu substrat silicios; ele apar cel mai frecvent în Munții Făgăraș.

Condiții de formare de a biotopurilor. *Relieful.* Etajul alpin și subalpin cuprinde relief variat dominat însă de versanți cu înclinație mare și moderată, uneori străbătuți de stîncării și grohotișuri nesolificate. Alături de acestea sînt culmi mai domoale sau chiar platouri întinse cu microrelief depresionar.

Clima. Climatul alpin este umed și aspru. Aceste caractere se accentuează cu altitudinea, de la limita inferioară a etajului spre cea superioară.

Radiația solară este intensă și bogată în radiații ultraviolete, după Stoenescu (1960) ajunge la 1,60 cal/cm²/min în M. Bucegi (după Turner, 1964) în munții înalți din America ajunge la o energie radiativă și mai ridicată, peste 2 cal/cm²/min).

Temperatura aerului are o valoare medie anuală negativă —2,6°C la limita superioară (2 500 m altitudine) și puțin sub 0°C la limita inferioară a etajului alpin. Media lunară a temperaturii mai mare de 0°C se măsoară numai 4 luni pe an din iunie pînă în septembrie la limita superioară (măsurători efectuate la Stațiunea Meteorologică Vf. Omu). Luna cea mai caldă este august, cu media de 5,7°C, iar cea mai rece lună a anului este februarie, cu temperatura medie de —11,1°C; minimele absolute scad și sub —30°C. Zilele cu temperatură mai mare de 10°C sînt rare, circa 5—10 într-un an iar cu temperatură mai mare de 5°C sînt abia 55 zile pe an. Amplitudinea termică anuală este mai redusă ca în etajele inferioare, ajungînd la 17°C. Intensitatea vîntului este atenuată în apropierea solului față de înălțimile mai mari.

Umiditatea atmosferică deși în general este mare (75—81%) poate ajunge la valori extrem uscate 3—5% (Piatra Arsă) pentru perioade de cîteva ore determinînd o tendință de puternică deshidratare a oricărui organism viu.

Precipitațiile sînt abundente atît sub formă de ploaie cît și de zăpadă, variind între 1 200—1 400 mm între regiunile nordice și sudice ale țării. Sînt foarte frecvente zilele cu precipitații, cam 180 pe an, iar zilele cu cer acoperit sau ceață sînt cam 250—300 pe an.

Zăpada acoperă permanent solul, din octombrie pînă în mai, dar zăpezi trecătoare pot apare în fiecare lună de vară 2—5 zile.

Frecvența vîntului este foarte mare, mai ales iarna. Zilele de calm atmosferic nu sînt decît 0,4% anual. Intensitatea vîntului este în medie de 5—9 m/s în cursul anului, cu valori mai mari în perioada de iarnă, 6—7 m/s în medie, dar ajungînd și la 40 m/s. Direcția vîntului dominant este specifică fiecărei regiuni, ea fiind corelată de obicei cu spulberarea completă a zăpezii și înghețul solurilor.

Evapotranspirația potențială este mare, așa încît deși cantitatea de precipitații este ridicată se ajunge la un puternic deficit de saturație a aerului după fiecare scurt interval fără precipitații.

Substratul pedogenetic. Sub pajiștile de părușcă și coarnă rocile sînt mai puțin compacte și au o alterare mai lentă datorită condițiilor climatice. Rocile aparțin unor formațiuni diverse, atît eruptive cît și metamorfice și sedimentare; sînt atît roci bazice cît și acide. Se pare că se formează mai obișnuit pajiștile de părușcă pe substrat calcaros și pajiștile de coarnă pe substrat silicios.

Solurile. Sînt puțin diferențiate, activitatea bioclimatică fiind redusă. Se încadrează în tipul de sol humico-silicatic și humico-silicatic podzolic alpin pe substrat acid sau de tipul protorendzinelor humico-calcaroase), pe substrat cu calcar. Profilul este scurt (25—45 cm) avînd diferențiat numai orizontul A, de acumulare a materialului organic; acesta este urmat cel mult de un orizont de trecere spre roca mamă.

Specificul biotopurilor. Biotopurile de pajiște alpină și subalpină se caracterizează printr-o perioadă foarte scurtă în care solul nu este acoperit de zăpadă (4—6 luni). În acest interval temperatura aerului în general foarte scăzută tot timpul anului, poate ajunge în anumite momente datorită radiației directe la valori foarte ridicate la suprafața solului. Stoenescu măsoară 50°C la 2 500 m altitudine iar Tranquillini (1964) măsoară pe teren acoperit cu sol negru, temperaturi cu 30°C mai mari ca temperatura aerului.

Deci, la nivelul biocenozei temperatura aerului este mai ridicată decît la înălțime mai mare și pot apare și temperaturi excesiv de ridicate. Apar caracteristice alternanțe mari de temperatură foarte ridicată cu temperatură foarte scăzută. Totuși, minimele, mai ales nocturne limitează perioada bioactivă mai mult decît acoperirea cu zăpadă, aceasta fiind cuprinsă între 1,5—2 luni la limita superioară a etajului alpin și 3—4 luni la limita inferioară. Intensitatea vîntului este atenuată în apropierea solului față de înălțimi mai mari.

Solul este rezultatul interacțiunii continue cu gramineele și ciperaceele ce au alcătuit o țelină deasă și permanentă. Cantitatea de humus este foarte mare la suprafață (pînă la 27%) este puțin descompus și acid. Reacția solului este acidă și puternic acidă (pH 4,0—5,5). Proficitatea solului este scăzută, gradul de saturație în baze variază între 4—25%.

Umiditatea solului este mare datorită aprovizionării permanente din precipitații și este menținută mai ales de complexul organic abundent din sol. Lăstării plantelor înghesuiți la suprafață mențin o zonă cu aer mai umed. Textura este luto-nisipoasă cu material grosier abundent.

Temperatura solului este apropiată de cea a aerului, este deci scăzută, în toată perioada activă a anului, cu amplitudine de variație foarte redusă, solul încălzindu-se mai greu sub influența radiației solare momentane.

Principalul factor limitativ pentru dezvoltarea organismelor vii în aceste biotopuri pare a fi — temperatura solului; determinînd o absorbție deficitară a apei, existentă fizic în sol dar inaccesibilă fiziologic, datorită ritmului lent în care are loc acest proces la temperaturi scăzute. Consumul apei prin evapotranspirație deși este în general limitat fiziologic produce pierderi mari în momentele de radiație solară intensă remarcîndu-se adaptări ale plantelor la fenomenul de secetă (seceta fiziologică).

Perioada scurtă bioactivă, limitată mai ales de acoperirea cu zăpadă asigură o acumulare redusă de biomasă deși intensitatea procesului de fotosinteză este destul de mare în unitate de timp.

Recirculareа substanțelor cu valoare în nutriția plantelor este foarte lentă determinînd o proficitate redusă a solului.

Principalele caracteristici ale biocenozelor. Producătorii. În ecosistemele de pajiști rolul de producător primar revine unei specii ierboase, în general de graminee sau ciperacee, în proporție de 60—90%, însoțită de numeroase alte specii cu participare redusă, fără rol determinant în covorul vegetal. Grupări bine individualizate pot apare pe suprafețe destul de res-

trînse, de multe ori chiar sub un hectar. Alături de specia ce edifică covoru vegetal se găsesc de obicei alte specii edificatoare care o pot însoți sau o pot înlocui complet în biotopurile învecinate și destul de asemănătoare. Astfel în pajiștile alpine, părușca *(Festuca supina)* este dominantă exclusiv pe coame și versanți înclinați cu scurgerea apei rapidă; ea ocupă cele mai întinse suprafețe. Acolo unde solul este umed tot timpul verii, cu pseudogleizare în partea superioară și iarna are acoperire continuă cu zăpadă, coarna *(Carex curvula)* pătrunde și poate deveni edificator exclusiv, mai ales la altitudine mai mare de 2 200 m; dacă solul devine superficial dar reavăn și acrisit începe să domine iarba stîncilor *(Agrostis rupestris)*; pe soluri scheleto-pietroase pe conglomerate bogate în material silicios se instalează în masă pipirigușul de coaste *(Juncus trifidus)* iar dacă se accentuează pantele, pe soluri în formare, devine dominant rogozul verde *(Carex sempervirens)*.

Pajiștea de părușcă sau de părușcă codominantă cu una sau mai multe dintre celelalte specii amintite este caracterizată de o densitate mare a lăstarilor de graminee și ciperacee la care se adaugă puține specii din alte familii de dicotiledonate. Înălțimea acestor ierburi este redusă, folosind cît mai mult căldura din apropierea solului. În general, în etajul alpin înălțimea este de 10—15 cm dar odată cu instalarea la altitudine mai joasă a acestor pajiști înălțimea lor poate crește și ajunge pînă la 25 cm. Gramineele și ciperaceele constituie stratul cel mai înalt în structura verticală a vegetației. El se subîmparte în 2 categorii: a lăstarilor fertili cu înălțimea maximă dar cu acoperirea redusă de cca 30% și a lăstarilor sterili ce pot ajunge la acoperire de 95%, cu o densitate de peste 80 000/m² dar de înălțime mai mică (circa 10 cm înălțime).

Semnificativ pentru structura pajiștilor alpine, indiferent care este specia edificatoare, apare alternanța strictă a lăstarilor vii cu lăstarii ce alcătuiesc necromasa dar care își mențin cel puțin un an poziția verticală, rigidă, îndesind pajiștea și dîndu-i un aspect îmbătrînit chiar în plină perioadă de dezvoltare vegetativă.

Aspectul monoton și uscat al pajiștilor de părușcă sau de coarnă este puțin înviorat de specii din alte familii de dicotiledonate, care ocupă de obicei stratul al 2-lea al covorului vegetal la circa 10 cm înălțime. Aceste specii nu participă niciodată în proporție mai mare de 30—35% în alcătuirea pajiștii. Remarcăm în pajiștile de coarnă o diversitate mult mai redusă, participînd cel mult 10—12 specii alpine, extrem oligoterme ca *Potentilla ternata*, ochiul găinii *(Primula minima)* violetă *(Viola alpina)*, de obicei iubitoare de ape temporar stagnante ca degetărașul *(Soldanella pusilla)* sau de o cantitate mare de humus în sol, ca vulturica *(Hieracium alpinum)*.

În pajiștile de părușcă, diversitatea speciilor însoțitoare este mult mai mare depășind 35 de specii, dar cu o frecvență foarte mică. Diversitatea speciilor ce alcătuiesc pajiștile de părușca crește și mai mult la limita lor inferioară unde încep să se întrepătrundă cu pajiștile mezofile. Aici găsim alături de speciile din pajiștile de coarnă și coada șoricelului de munte *(Achillea stricta)*, brîndușa *(Crocus heuffelianus)*, ghințura mare *(Gentiana kochiana)* alături de *Gentiana verna* sau *Scorzonera rosea*. Speciile de leguminoase, abundente în alte pajiști sînt puțin reprezentate aici, atît cantitativ cît și ca diversitate; apar trifoiul alb *(Trifolium repens)*, rar ghizdeiul *(Lotus corniculatus)*, pînă la 1%.

Se constată absența generală în pajiștile de părușcă a speciilor de umiditate crescută (mezohigrofite) ca păiușul *(Deschampsia caespitosa)* rogozuri

(Carex leporina, Carex pallescens) care le diferențiază cert la limita inferioară de pajiștile de țepoșică *(Nardus stricta)* sau de păiuș roșu *(Festuca rubra)*.

Plantele inferioare contribuie la formarea covorului vegetal în primul rînd prin speciile de mușchi, *Polytrichum juniperinum, Dicranum neglectum*, mușchi de turbă *(Sphagnum* sp.*)* în zonele mai umede, care formează numai uneori un strat aparte; de cele mai multe ori ajung la nivelul stratului al 2-lea pe care îl îndesesc puternic.

Speciile de licheni au o distribuție interesantă, fiind sprijiniți pe suprafețe compacte create de stratul al 2-lea al covorului vegetal însă nu sînt legați organic de el; se află la adăpostul primului strat, dar vîntul puternic îi poate deplasa de pe o suprafață pe alta. Apar mai frecvent *Thamnolia vermicularis, Cetraria islandica, Cladonia silvatica* ș.a.

Structura pajiștilor de coarnă sau de păruşcă este destul de constantă cu toate că este alcătuită din specii de ierburi, marea lor majoritate și în primul rînd edificatorii fiind plante perene. Modul de perpetuare a pajiștii este predominant vegetativ. Lăstărirea gramineelor este mare, o tufă poate ajunge la 40—50 lăstari la păruşcă iar la țepoșică, ce pătrunde la altitudine mai scăzută, poate depăși 100 de lăstari. Înmulțirea prin semințe este foarte slabă, perioada scurtă de vegetație nu asigură condiții pentru coacerea semințelor. Speciile din diverse familii de dicotiledonate folosesc mai mult înmulțirea prin semințe, expunînd flori mari cu culori atrăgătoare pentru vietuitoarele consumatoare, mai ales insecte ce populează aceste pajiști.

Acumularea de biomasă în pajiștile alpine este de mică valoare, 0,4—1,2 t/ha substanță uscată, dar reprezintă activitatea productivă a ecosistemului pentru un interval foarte scurt de timp circa 2 luni — 3 luni pe an. Valoarea cea mai frecventă a biomasei este de 0,8 t/ha și este mai mare în general în pajiștile de păruşcă față de cele de coarnă. Cea mai mare parte a acestei biomase este echivalentă cu producția biologică anuală, întrucît lăstarii ce rămîn peste iarnă se usucă sau îngheață. Se remarcă o acumulare mare de pigmenți antocianici, cu rol protector față de radiațiile ultraviolete pentru pigmenții clorofilieni din frunze. Acest fapt este specific producătorilor primari de altitudine mare.

În alcătuirea biomasei pajiștii de coarnă și păruşcă pînă la 70% este determinantă contribuția gramincelor și ciperaceelor. La acestea, 60% din greutatea proaspătă o formează apa. La speciile din alte familii de dicotiledonate, ce alcătuiesc restul de 30% din biomasă, apa înmagazinată reprezintă cantitativ 70—75% din greutatea proaspătă. De asemenea, în compoziția substanței uscate a biomasei un procent mare (25%) îl formează celuloza și lignina, justificînd rigiditatea pajiștii.

Fluxul energetic este sporit în pajiștile de altitudine mai mult, 1 g substanță uscată înmagazinînd 4,7 kcal. Biomasa supraterană este un rezervor energetic mai mare decît biomasa subterană: 4,7 față de 3,5 kcal/g substanță.

Necromasa formată de producătorii primari are un ritm accelerat de acumulare și lent de descompunere. Ea reprezintă la începutul verii alpine circa 75% din masa vegetală totală, iar în perioada de maximă dezvoltare a biomasei reprezintă 50% din masa totală.

Lanțuri trofice legate de biomasă. Alcătuirea biomasei din producători mai uniformi ca formă biologică (hemicriptofite cespitoase, rozulare, geofite) și a unei mici diversități floristice determină un număr mai redus de lanțuri trofice decît în păduri sau tufărișuri. Ele sînt puțin cerce-

tate. Principalele lanțuri ar fi: — lanțurile consumatorilor de iarbă, flori și semințe (insecte, gasteropode, mamifere).

— lanțurile consumatorilor de substanțe asimilate (micorizele de la *Nardus stricta*).

Astfel în lanțul consumatorilor de ierburi se încadrează o serie de insecte; dintre ortoptere specii care urcă pe pajiștea alpină sînt: *Stenobothrus lineatus*, *Miramella alpina*, *Polysarchus denticaudus*, *Isophya brevipennis*; dintre thysanoptere *Anaphotrips secticornis*, *Teniothrips montanus*; dintre gasteropode citām pe *Ena montana minor*, *Limax cinereo-niger transsylvanicus*, *Deroceras agrostis*, *Arianta arbustorum alpina*, toate au cochilie mică în timp ce formele tipice alc aceleiași specii din poienile pădurilor au cochilie mare. Alte specii pur alpine, de talie mică sînt: *Pupilla alpicola*, *P. triplicata*, *Vertigo alpestris* avînd cochilia mică, striurile de creștere foarte dese ce indică perioadele de stagnare a creșterii. Dintre mamifere capra neagră *(Rupicapra rupicapra)* este consumatorul principal de ordinul I.

Consumatorii de ordinul II sînt formicidele *(Formica polyctena)* alte insecte de pradă (carabide) sau insecte parazite. Dintre șopîrle, șopîrla de munte *(Lacerta vivipara)*; Păsări insectivore consumatori tot de ordinul II sînt următoarele: pe primul loc *Prunella collaris collaris*, fluturașul de piatră *(Tichodroma moraria)*, *Allauda opinolleta* specifică pajiștilor, *Achantis alpina canabina* etc.

Lanțurile trofice privind consumul de semințe sînt alcătuite din unele insecte și păsări, citām prundărașul de munte *(Eudromius marinellus)*.

Lanțul insectelor polenizatoare — dintre lepidoptere *(Erebia pandosae roberti*, *Apotomis sauciana* etc.*)* dintre bombide *(Alpigenobombus mastrucatus*, *Pratobombus pyrenaeus*). Consumatori de ordinul II pot fi păsări de pradă, ca acvila de munte *(Aquila chysaëtos chysaëtos)* mamifere, insecte de pradă, carabide *(Carabus transsylvanicus)* și insecte parazite.

Lanțurile trofice legate de necromasă. Cercetările efectuate au arătat că și în condițiile specifice pajiștii alpine cu veri scurte și temperaturi scăzute există o bogată faună de microartropode saprofite din pătura de frunze și mușchi cît și în sol. Pe primul loc se situează acarienii urmați de colembole, cu speciile *(Hypogastrum manubrielis*, *Friesia albida*, *Isotoma alpina*, *Willemia anophthalma*, *Isotomiella minor*, *Tullbergia quadrispina*, *Isotoma violacea*, *Folsomia alpina*, *Omychiurusarmatus*, *O. rectopopilatus* etc.*)*; cu rol important sînt și enchitreidele, cu speciile *Fridericia ratzeli*, *Fridericia galba* etc.; larvele de diptere și coleoptere sînt puține la număr.

Consumatorii de ordinul II sînt diverse insecte de pradă, formicide, acarieni răpitori, insecte parazite, iar consumatori de ordin superior sînt păsărelele care au fost citate mai sus.

Aspecte fenologice. Începerea ciclului de dezvoltare anuală se remarcă la toate speciile alpine în momentul de acumulare a unei sume a temperaturii mai mari de 0°C, de circa 200°C. Acest moment are loc de obicei la sfîrșitul lui mai, începutul lui iunie în funcție de biotop. Dată fiind scurta perioadă bioactivă, o parte a fazelor fenologice este puternic prescurtată. Cel mai puternic efect se observă la creșterea vegetativă care se face brusc după topirea zăpezii, mugurii vegetativi fiind gata pregătiți încă de sub zăpadă la toate speciile ce viețuiesc în aceste ecosisteme. Perioada de îmbobocire este de asemenea prescurtată în schimb perioada de înflorire este la fel de lungă la aceleași specii și în pajiștile alpine și în cele de altitudine mai

redusă. Din acest motiv multe plante cu înflorire tîrzie nu mai ajung la stadiul de maturare a semințelor înainte de căderea noilor zăpezi; așa se întîmplă curent la speciile de graminee, părușca, țepoșica, în pajiștile chiar de la 2 000 m altitudine; spre deosebire de ele vițelarul *(Antoxanthum odoratum* sau specii din alte familii ca violetele de munte, sau *Potentilla ternata, Primula minima* înfloresc încă de la sfîrșitul lui iunie.

Evoluția biocenozelor de părușcă și coarnă indică o vegetație primară în etajul alpin, provenind din asociațiile pioniere, care se îmbogățesc treptat în specii în cadrul acțiunilor reciproce de modelare cu mediul. În etajul subalpin pajiștile de părușcă pot fi secundare, instalîndu-se după defrișarea tufărișurilor de jneapăn și ienuper.

În timp ce procesul de înierbare este foarte încet în pajiștile de coarnă, în cele de părușcă viteza este mult mai mare, în circa 10 ani avînd aspect de pajiște îmbătrînită. În primul stadiu de formare, pajiștea de părușcă are ca dominantă pe iarba stîncilor, în cursul evoluției ultima specie reducîndu-și participarea după ce a avut un rol foarte important în formarea unei înțeleniri stabile și laxe care a asigurat consolidarea tufelor de părușcă.

Stadiul de degradare a pajiștilor de părușcă este socotit stadiul în care țepoșica *(Nardus stricta)* invadează peste limita de „specie codominantă" pajiștea. Ea nu poate ataca pajiștile de coarnă situate în condiții foarte aspre, extreme pentru viața plantelor, dar poate înlocui complet pajiștile de părușcă în care a sporit excesul de umiditate și s-au redus condițiile de aerare a solului.

Importanța social-economică. Pajiștile de părușcă și de coarnă reprezintă o bună parte din fondul destinat alimentării oilor în timpul verii prin sistemul de păstorit. Exploatarea lor rațională asigură echilibrul natural în condițiile creșterii numărului de animale cerut de nevoile crescînde ale economiei.

Pajiștile cu producție slabă instalate în condiții de slabă solificare și climat foarte aspru au rol important în conservarea naturii prin cîștigarea și menținerea de noi teritorii pentru viața plantelor și animalelor.

Ecosistemele pajiștilor de păiuș stepic (*Festuca vallesiaca*) **și colilii** (*Stipa capillata, Stipa lessingiana*). **Răspîndire.** Pajiștile de păiuș și colilii ocupă cîmpiile și podișurile joase de la altitudinea maximă de 200 m în jos spre 0 m. La noi în țară se găsesc în regiunea de sud în podișul Dobrogei (la 50—100 m altitudine) în partea de est a Bărăganului la 20—50 m și pe o porțiune mai mică în sudul Moldovei. Aceste pajiști de tip xerofil aparțin zonei bioclimatice stepice și reprezintă o continuare a stepei pontice din sudul U.R.S.S.-ului.

Pajiștile stepice în structura naturală, primară sau secundară, se mai găsesc actualmente puține la noi în țară, pe circa 100 000 ha. Cea mai mare parte a teritoriului pe care acestea erau dezvoltate în trecutul istoric a fost desțelenită și preluată de agricultură pentru culturi de cereale și plante industriale. Suprafețele în care s-au menținut pajiștile stepice sînt izlazurile în diverse stadii de degradare sub influența pășunatului și pîrloagele înțelenite secundar.

Condiții de formare a biotopurilor. *Relieful.* Caracteristic pentru stepă este relieful aproape plan, cu pante slab înclinate. Apariția crovurilor — micilor depresiuni — determină schimbări importante ale biotopului și uneori a întregului ecosistem (apar tufărișurile stepice).

Clima. În regiunea de cîmpie climatul este influențat mult de caracterele locale în sudul țării. Bărăganul față de Moldova, Dobrogea sau Cîmpia Tisei. Generalizînd condițiile din sud-estul țării se remarcă următoarele: temperatura prezintă valorile medii anuale cuprinse între 10,2—11,9°C. Amplitudinea termică anuală este mare, ajungînd pînă la 25°C; sînt caracteristice acestui climat cele mai mari variații termice periodice (zilnice și anuale). Temperatura medie a lunii celei mai calde depășește 22°C iar în luna ianuarie luna cea mai rece scade sub —3°C.

Precipitațiile sînt reduse la 400—500 mm anual și cea mai mare parte din ele cad în lunile aprilie-mai. În cursul verii, apa primită este de 3—4 ori mai puțină decît apa consumată prin evaporare, determinînd ariditatea climatului; se înregistrează circa 80—100 zile de secetă.

Stratul de zăpadă nu este stabil și acoperă puțin timp solul. Vîntul are frecvență mare, iarna viscolind zăpada, determinînd înghețul solului un număr mare de zile (peste 110 zile pe an).

Substratul pedogenetic. Sub aspect litologic substratul este alcătuit din depozite loessice și loessuri.

Solul este evoluat, bine structurat cu troficitate potențială bună, cu umiditate deficitară. Sînt cele mai fertile soluri din țară. Se încadrează în tipul de cernoziom castaniu, cernoziom carbonatic și soluri bălane brun deschise de stepă.

Profilul solului este adînc, de tipul A, AC, C, D, și prezintă orizontul de acumulare de carbonați fără formare apreciabilă de argilă și fără migrare coloidală.

Specificul biotopurilor. În condițiile unui climat cald și umed numai în cursul primăverii materialul organic ce se acumulează anual este rapid descompus. Cantitatea de humus este de 3,8—4,4%. Nitrificarea lui este superioară. Solul este bine aprovizionat cu azot și de asemenea cu calciu, magneziu și potasiu. Gradul de saturație în baze este maxim, în primul rînd datorită acumulării de carbonați (V = 100%). Structura solului este slab glomerulară și grăunțoasă iar textura este lutoasă. Factorul limitativ al troficității solului și prin aceasta al biocenozei îl formează umiditatea, în perioadele secetoase solul se poate usca pînă aproape de coeficientul de higroscopicitate. Coeficientul de higroscopicitate este în general mare datorită texturii, așa încît rămîne o mică cantitate de apă accesibilă pentru organismele vii.

Reacția solului este slab alcalină și este caracteristică (pH 7,4—7,6).

Perioada bioactivă este mai puțin limitată de temperatură decît de umiditatea scăzută; din luna iulie majoritatea plantelor intră în repaus vegetativ.

Ținînd seama de gradul de ariditate a biotopului se pot separa 2 categorii distincte în cadrul ecosistemelor stepice zonale:

Prima categorie se caracterizează printr-un grad de uscăciune mai redusă a aerului și a solului, solul de tip cernoziom asigură condițiile de instalare a unor asociații vegetale de graminee și dicotiledonate, în compoziția cărora ultima grupă este bine reprezentată.

A doua categorie se caracterizează prin cel mai înalt grad de uscăciune a aerului și a solului, solul este de obicei un cernoziom carbonatic sau cernoziom castaniu, iar asociațiile vegetale sînt de graminee, participarea speciilor din alte familii fiind foarte slabă.

Principalele caracteristici ale biocenozelor. Producătorii. În pajiștile stepice în structura lor actuală terenul este ocupat de ierburi xerofile (adaptate la uscăciuni mari, în special graminee înțelenitoare. Pajiștile

sînt în general polidominante, vegetația fiind edificată de 3—5 specii. Cele mai frecvente sînt păiușul stepic *(Festuca vallesiaca)* păiușul alb *(Festuca pseudovina)* pirul crestat *(Agropyrum cristatum)* negara *(Stipa capillata)*, specii de colilii *(Stipa lessingiana, Stipa joannis)* și adesea bărboasa *(Andropogon ischaemum)*.

În pajiștea de păiuș stepic și colilii, gramineele au o abundență mare reprezentînd 60—80% din întregul covor vegetal. Compoziția floristică este alcătuită din speciile menționate mai sus, completată de specii din diferite familii de dicotiledonate ce reprezintă cantitativ restul de 30—40%. Leguminoasele sînt foarte diverse și acoperă pînă la 5—10% din totalul pajiștii. Mai frecvent apar lucerna *(Medicago falcata) Onobrychis gracilis, O. arenaria*, cosaci *(Astragalus onobrychis, A. austriacus)* trifoiul *(Trifolium campestre, T. striatus)*. Alte familii mai bine reprezentate sînt compositele, cu specii de mături *(Centaurea napulifera)*, pelin *(Artemisia)*, coada șoricelului *(Achillea setacea, A. coarctata, A. leptiphylla)* pleviță *(Xeranthemum)* sculețe (sp. de *Aster*); de asemenea, apar dintre labiate specii de jaleș *(Salvia)* cimbrișor *(Thymus)* șolovîrfiță *(Phlomis)* iar dintre umbelifere, pătrunjelul de cîmp *(Pimpinella)* urechea iepurelui *(Bupleurum)* smeoaie *(Seseli) Ferulago, Trinia* și mai puține din alte familii. Stratificarea este mult mai evidentă, numărul nivelelor este mai mare, mai clar diferențiate fiind 4, un rol deosebit în acest sens avînd și participarea a mult mai numeroase specii; în aceste pajiști participă curent 70—80 de specii, diversitatea mai mare fiind asigurată mai ales de diferitele familii dicotiledonate. Înălțimea primului strat alcătuit de obicei din colilii ajunge pînă la 70 cm. Un al 2-lea strat se diferențiază la circa 40—45 cm și este format din păiușul stepic, păiușul alb, pirul crestat. Bărboasa, cînd apare se dezvoltă puțin deasupra acestui nivel. Acest strat este cel mai reprezentativ, aici participînd și numeroase specii de dicotiledonate ca lucerna, pleviță, jaleșul, *Filipendula hexapetala* etc. Al treilea strat este alcătuit mai ales din diverse familii de dicotiledonate și formează un strat de bază în cursul dezvoltării plantelor cu ciclu vernal; este un strat mai lax, extins între 10—15 cm și 25 cm înălțime și cuprinde speciile de *Adonis, Trifolium, Lathyrus, Astragalus*.

În perioada de primăvară, plantele aparținînd stratelor unu și doi nu ajung încă la înălțimea lor caracteristică și intră tot în stratul al 3-lea care are înălțimea maximă pentru acea perioadă. Remarcăm deci că în pajiștile stepice cu creștere anuală mare stratificarea nu are un caracter constant ca în pădure ci se modifică în cursul unui an.

Stratul cel mai de jos este sub 10 cm și este alcătuit mai ales din mușchi cînd aceștia apar în compoziție. Mușchii cei mai frecvenți în aceste grupări vegetale uscate sînt *Barbula vulgaris, Tortula ruralis* și modificarea înălțimii lor nu determină apartenența la alt strat.

Gradul de acoperire într-o pajiște stepică este destul de mare; de exemplu, într-o asociație de *Festuca vallesiaca — Stipa pulcherrima*, circa 80% din teren este ocupat de plante cu întregul aparat foliar, în timp ce tulpinile lor ocupă numai 23% din suprafața solului.

Distanța între indivizii aceleiași specii de graminee este în medie de 14,33 cm măsurată în linie dreaptă, iar pînă la cea mai apropiată specie distanța este în medie de 4,5 cm.

Țelina tipic stepică este determinată de gramineele perene — edificatori ai covorului vegetal ce aparțin ca formă biologică hemicriptofitelor cespitoase cu tufe bogate, mai laxe (lăstarii se formează extravaginal) sau mai

dense (lăstarii se formează intravaginal). Această formă are cea mai mare dominanță, dar apar frecvent plante cu bulb și rizom (specii de *Iris, Gagea, Muscaris*) specii cu rădăcini tuberizate *(Filipendula hexapetala, Lathyrus tuberosus)*; sînt frecvente plante cu rădăcini foarte adînci, ce pot ajunge în zonele umede ale solului, cum este lucerna. Abundență mare au terofitele (plante anuale) și în special efemerele, cu ciclul de viață redus la perioada de primăvară, pînă începe seceta din timpul verii *Draba verna, Alyssum desertorum, Cerastium anomalum, Veronica polita.*

Remarcăm adaptarea producătorilor primari din biotopurile stepice la factorul ecologic limită pentru dezvoltarea ecosistemelor prin: — scurtarea ciclului de viață la perioada umedă (speciile efemere);

— procurarea apei din stratele adînci ale solului (plante cu rădăcini adînci);

— consum limitat al apei în activitatea vitală a plantelor prin reducerea transpirației, folosind sisteme de apărare ale alcătuirii morfologice și sisteme fiziologice: pelinul *(Artemisia austriaca)* are frunzele acoperite cu peri ce mențin o atmosferă mai umedă în jurul stomatelor; *Euphorbia stepposa* are frunzele acoperite cu un strat de ceară iar păiușurile și colliliile își pliază frunzele în perioada de maximă uscăciune.

Un grup de plante specific pentru stepe sînt plantele „rostogolitoare" ca ciulinii. *Eryngium campestre, Seseli tortuosum, Statice latifolia,* care sînt duse de vînt pe suprafețe mari și își împrăștie semințele în acest fel.

Acumularea de biomasă în pajiștile de păiuș stepic și colilii prezintă un nivel mediu pentru ecosistemele de pajiști, fiind cuprinsă între 2,3—3 t/ha masă uscată. Cercetările întreprinse de pratologi au arătat că între pajiștile stepice producția mai mare de iarbă proaspătă este în pajiștile cu graminee (6 500—8 000 kg/ha) decît în pajiștile cu graminee și dicotiledonate (5 000—6 000 kg/ha). Contribuția gravimetrică a diferitelor plante în alcătuirea biomasei este în proporție de 55% pînă la 80% în favoarea gramineelor iar diversele dicotiledonate asigură restul biomasei (45—20%) în funcție de tipul de pajiște.

Valoarea maximă a biomasei este atinsă în intervalul mai-iunie, în perioada în care majoritatea speciilor sînt înflorite, perioadă optimă sub aspectul condițiilor oferite de biotop.

Cantitatea de apă concentrată în organismul plantelor reprezintă 23—40% din totalul biomasei. Se remarcă și la aceste pajiști o deshidratare mai avansată a gramineelor, în special după perioada de înflorire (12—30%) față de dicotiledonate (45—50%) (după D i h o r u și col., la Babadag).

Necromasa alcătuită de producătorii primari în pajiștile stepice ajunge la 1 000—2 000 kg/ha în cursul unui an în suprafețele în care ierbivorele nu au acces să consume iarba.

Necromasa se reduce mult, așa cum arată cercetările din stepele dobrogene, dacă pajiștile sînt pășunate, ajungînd la valori ce reprezintă numai 10% din cantitățile anterioare.

În pajiștile în care uscarea plantelor se face devreme în cursul verii, căderea materialului se produce rapid la suprafața solului și intră în procesul de descompunere chiar în același sezon. Dinamica formării și dispariției necromasei are un ritm rapid în aceste ecosisteme.

Principalele lanțuri trofice sînt legate de biomasă și necromasă. Deși cercetările sînt relativ puține în acest domeniu putem separa următoarele lanțuri trofice legate de biomasă:

— lanțurile consumatorilor de frunze și lăstari tineri (insecte, păsări, mamifere);

— lanțurile consumatorilor produselor florilor a fructelor și semințelor (insecte, păsări, mamifere);

— lanțurile consumatorilor de substanță asimilată (ciuperci parazite).

În lanțurile consumatorilor de frunze și lăstari tineri și tulpini există o largă varietate a consumatorilor fitofagi în primul rînd dintre insecte. Cel mai important grup sînt ortopterele (lăcustele) cu speciile: lăcusta marocană *(Dociostaurus maroccanus)* răspîndită în toată țara în zonele de stepă și silvostepă, endemică în islazuri și terenuri necultivate; în ultimii 40 de ani a produs invazii în Moldova, Dobrogea, Baia Mare, ultima invazie fiind în Oltenia în 1955. Lăcusta italiană *(Calliptamus italicus)* are aceeași răspîndire ca și lăcusta marocană și aproape întotdeauna se găsesc împreună, aceste două lăcuste pot da invazii nepreväzute în locuri neașteptate; lăcusta de pășune *(Polysarchus denticaudus)* produce în unii ani invazii puternice; cosașii *(Oedaleus nigrofasciatus* și *Stenobothrus bicolor)* pot produce invazii cu areal mai redus în Moldova. Lăcusta migratoare *(Locusta migratoria)* mai puțin răspîndită în stepă, este comună în delta Dunării deoarece stufărișul este hrana de început a larvelor. Dintre grilide specii fitofage sînt: greierul de cîmp *(Grillus campestris)* comun aproape peste tot în țară în regiunile de stepă și de deal, *Grillus desertus* răspîndit mai ales în Dobrogea.

Alt grup de fitofagi care atacă tulpinile sînt unele himenoptere, cephide cu speciile *Cephus palipes* (viespea de pai) și *Pachycephus smyrnensis* (viespea de iarbă); larvele atacă tulpinile gramineelor și alte plante, adulții fiind nectariferi ce se hrănesc cu nectarul diferitelor flori. Dintre coleoptere specii ale genului *Harpalus* atacă plantulele de la semințele încolțite de diferite plante. Tot dintre coleoptere fitofage este și forfecarul *(Lethrus apterus)* care taie tulpinile tinere ale plantelor. Anisofilele, aproape toate speciile sînt dăunătoare atît ca larve cît și adulți *(Anisoplia segetum, A. austriaca, A. lata)* Ileana *(Cetonia aurata)* și *Amara similata.* Alte insecte sug seva din tulpini și frunze cum sînt unele heteroptere, homoptere, lepidoptere, tisanoptere. Dintre acestea, mai răspîndită este ploșnița roșie a verzei *(Eurydema ornata),* iar dintre tisanoptere cea mai dăunătoare *Limothrips deticornis, Haplothrips tritici* etc. Tot consumatori de gradul I în pajiștile stepice sînt mamiferele mici, ca hîrciogul *(Cricetus cricetus),* grivanul cu coada scurtă *(Mesocricetus newtoni)* orbețiі sau cățeii pămîntului *(Spalax leucodon* și *Spalax microfalmus).* iepurele de cîmp *(Lepus europaeus)* și iepurele de vizuină *(Oryctogalus cuniculus).* Consumatori de gradul I sînt și unele cinipide care produc gale pe frunze.

Consumatori de ordinul II principali sînt păsările insectivore ca: lăcustarul *(Sturnus roseus),* graurul *(Sturnus vulgaris),* fîsca de cîmp *(Anthus campestris),* dumbrăveanca *(Coracias garrulus)* și alte numeroase păsărele mici. Insectele consumatoare de ordinul II sînt foarte numeroase; printre acestea amintim dintre heteroptere speciile *Graphosoma lineatum* comună pe flori, de unde pîndește insecte mici, *Carpocoris baccarum* specie rău mirositoare ce vînează afidele (păduchi de plante), *Ploearia nagabunda* ce merge foarte încet, prinde muște și alte diptere; larvele sînt tot carnivore. *Reduvia personatus* formă mai mare, umblă mai mult noaptea vînînd insecte mai

mici, atît adultul cît și larva. Consumatoare de gradul II în biocenozele de cîmpie sînt și unele coleoptere considerate ca insecte folositoare, *Carabus cancellatus, Carabus ullrichi ullrichi*, specii de coccinelide (buburuze) ale căror larve cît și adulții se hrănesc cu afide (păduchii plantelor) și viespile de păianjeni, care fac în cuibul lor provizii cu păianjeni. Insecte parazite ce apar dintre himenopterele crisidide, numite și viespi aurii din cauza culorilor foarte frumoase ale corpului lor (de la albastru violet pînă la auriu bronzat), iar după obiceiurile lor mai sînt numite și viespi cuci sau albine-cuci, depun ouăle în cuiburi de alte himenoptere, ca vespide, apide, scolii, tentredinide, lepidoptere și coleoptere cu care se hrănesc.

Consumatori de gradul III sînt unele păsări răpitoare ca heretele alb *(Circus macrourus)* ce consumă pui și păsărele mai mici.

În *lanțul consumatorilor produselor florilor a fructelor și semințelor* — printre principalii consumatori citățm gîndacul florilor *(Oxythirea funesta)*, gîndacul păros *(Epicometis hirta)* moliile din familia cantaride, *Cantharis fusca, C. obscura* și *C. livida*; toate trăiesc mai mult pe flori hrănindu-se cu polen și nectar. Din familia elateride (gîndacii pocnitori) *Agriostes ustulatus*, farul roșu *(Corymbites purpureus)* și *Lacon murinus* se găsesc pe flori cît și pe frunze și sînt exclusiv fitofage, larvele lor fiind cele mai multe fitofage. Din familia nitidulide (coleoptere mici) trăiește pe flori hrănindu-se cu părțile interne ale florii, gîndacul lucios al rapiței *(Meligethes aeneus)*. Tot pe flori trăiesc și anticidele cu specia *Notoxus monoceros*. Dintre meloide, gîndacul vărgat *(Mylabris variabilis)* atacă florile de solanacee. Gîndacii cu coadă, insecte mici, foarte vioaie *Mordella fasciata* — ca adulți se hrănesc cu florile diferitelor plante rozînd părțile interne iar ca larve se dezvoltă în tulpinile unor plante. Albinele mîncătoare de nectar și polen, cu specia *Melitta leporina, Halictus elegans* — fac cuiburi în pămînt compuse dintr-o galerie principală care spre capăt are mai multe camere unde femela pune cîte un ou alături de o grămăjoară de polen cu nectar. Unele sînt specii polenizatoare eutrope (obligate) polenizează flori cu nectarul ascuns în corola adîncă, în formă de clopot și tub ca *Xylocapa violacea*, bondarul *(Bombus hortorum), Apis melifera* etc.

Tot consumatori de gradul I sînt mamiferele mici, popîndăul *(Citellus citellus)* care adună o mare cantitate de semințe, șoarecele de cîmp *(Apodemus agrarius)* șoarecele pitic *(Micromys minutus)*, șoarecele de stepă *(Sicista subtilis)*, șoarecele de mișună *(Mus musculus spigilegus)*. Dintre păsări consumatoare de semințe întîlnim dropia *(Otis tarda)*, spurcaciul *(Otis tetrax)*, pitpalacul *(Coturnis coturnix)*, ciocîrliile, ca ciocîrlia de bărăgan *(Melanocorypha calandra)*, ciocîrlia de stol *(Calandrella brachydactila)*; aceste păsări sînt și consumatori de gradul II hrănindu-se și cu insecte, Consumatori de gradul II și III pe lîngă păsările granivore și insectivore, citate mai sus, sînt păsările răpitoare ca: heretele alb *(Circus macrourus)* răpește pui și păsărele mai mici, care la rîndul lor se hrănesc cu insecte, șoricarul mare *(Buteo rufinus)*, șoricarul încălțat *(Buteo lagopos)* etc. Dintre mamifere de gradul II care se hrănesc cu rozătoare sînt dihorul de stepă *(Mustela eversmanni* și dihorul pătat *(Vormela peregusna)*. Dintre șerpi este *Coluber jugularis caspius)* etc.

Consumatori de gradul III sînt malofagele parazite pe păsări și rozătoare — citățm pe *Otidoecus turmalis*, parazit pe dropie și *Philopterus passerinus* pe codobatură.

Lanțurile legate de necromasă. Din cercetările efectuate se arată că pe primul loc se află colembolele, apoi acarienii, enchitreidele și lumbricidele; de asemenea numeroase sînt larvele unor specii de coleoptere și diptere.

Printre consumatorii de gradul II dintre insecte sînt larvele speciilor de carabide citate mai sus și unele formicide ca *Formica pratensis, Lasius niger* și *Tetramorium cespitum.*

Aspecte fenologice. Desfășurarea ciclului anual de dezvoltare a plantelor începe timpuriu în biotopurile stepice; în luna februarie specii ca *Pulsatilla montana, Adonis vernalis, Poa bulbosa* își încep creșterea vegetativă dar cele mai multe specii mai rămîn încă în stadiu latent pînă la sfîrșitul lui martie, începutul lui aprilie. Acestea intră brusc și intens în activitate. La sfîrșitul lunii iulie numai cîteva specii mai sînt verzi *Euphorbia stepposa, Eryngium campestre, Centaurea orientalis, Galium vernum* etc. Tufele de *Festuca* valesiaca sînt 80% uscate iar cele de *Stipa* 50%. Restul florei a intrat în repaus. Înflorire timpurie au cîteva specii, acelcași care au pornit devreme și creșterea vegetativă, în luna martie și aprilie; cele mai multe înfloresc însă în mai și iunie avînd intervalul maxim, o lună.

Tipurile fenologice ale speciilor erbacee sînt următoarele:

— tip efemer — înflorește devreme, fructifică și se usucă înaintea perioadei uscate *(Thlaspi perfoliatum);*

— tip efemeroid — înflorește și fructifică primăvara, intră în repaus în perioada uscată a verii și toamna reia faza vegetativă *(Poa bulbosa);*

— tip vernal — înflorește devreme și vegetează pînă toamna *(Adonis vernalis)* sau numai primăvara *(Scilla bifolia);*

— tip estival — are perioada lungă de vegetație, cu înflorirea tîrzie, la sfîrșitul verii *(Sescli campestre);*

— tip autumnal—înflorește toamna dar vegetează și fructifică primăvara *(Sternbergia colchiciflora).*

Evoluția biocenozelor de păiuș stepic și colilii. Pajiștile stepice reprezintă vegetația naturală instalată primar, în condițiile pedoclimatice ale zonei. În stepă fiind cele mai bune condiții pentru agricultură cea mai mare parte din suprafețe, în general cele plane, au fost folosite pentru culturile de plante. Vegetația primară s-a păstrat în cîmpie pe suprafețe foarte reduse fiind destul de degradată și ruderalizată prin pășunatul excesiv — influența umană intervenind destructiv. Mai frecvente sînt pajiștile stepice secundare, care s-au reinstalat cu 20—50 ani în urmă pe teritorii desțelenite, arate și apoi înierbate din nou în mod natural. Stepa propriu-zisă nu s-a regenerat nici după desțelenire, probabil tot din cauza pășunatului prea intens.

Ele rămîn totuși teritorii pe care se poate reconstitui imaginea stepei de odinioară ca structură și compoziție.

Evoluția pajiștilor de păiuș stepic și colilie urmărită experimental la Babadag pe un teren desțelenit arată că refacerea pajiștii se face în paralel prin germenii fostei pajiști, ce apar slab abundenți din anul al 2-lea dar numeroși ca specii, alături de specii invadatoare (anuale și bianuale). În al 3-lea an mai domină cantitativ speciile invadatoare *Alyssum hirsutum, Camelina microcarpa* și altele. dar treptat crește și abundența speciilor caracteristice. Ritmul de regenerare a pajiștii este destul de mare, mai ales pe teritorii mai întinse.

Tendința de evoluție naturală a pajiștii de păiuș și colilii arată că odată cu îmbătrînirea se produce o dezgolire a unor terenuri cu suprafața nu prea

mare. Aici intră temporar, ca un stadiu intermediar, graminee cu rizom (bărboasă) cu dominanță mare. Acestea refac treptat țelina pajiștii, revenind apoi la compoziția tipică.

Importanța social-economică. Teritoriile ocupate de vegetația stepică asigură o parte din necesarul de nutreț pentru creșterea animalelor.

Valorifică bine terenurile nefavorabile lucrărilor agricole. Împiedică distrugerea terenurilor și stricarea echilibrului natural.

Ele reprezintă mostre ale unei vegetații practic dispărute care trebuie menținute ca rezervor al fondului genetic.

5.3. ECOSISTEME SUBTERANE

Ecosistemele *domeniului subteran* sau *hipogeu* sînt dificil de tratat, atît mai mult cu cît studiul biotopilor și biocenozelor acestui imens *macroecosistem* al biosferei, în ciuda eforturilor pe plan mondial, este încă la început. E drept, în ultimele două decenii biospeologii francezi și americani au efectuat investigații biocenologice încununate de succes, iar cercetătorii Institutului de Speologie „Emil Racoviță" au studiat unele aspecte ale ecosistemelor cavernicole din Banat și Oltenia. Totuși, avînd în vedere că fiecare peșteră reprezintă o unitate ecologică cu caracteristici distincte, vor trebui cercetate încă multe peșteri din zonele temperate și tropicale ale globului înainte de a se putea trage concluzii general valabile pentru ecosistemele domeniului subteran terestru și acvatic.

Cînd se vorbește despre domeniul subteran se are în vedere în primul rînd peșterile săpate în roci calcaroase accesibile omului sau numai ele. În realitate peștera nu-i decît o enclavă a domeniului subteran, un caz limită, particular, al acestuia în care omul poate pătrunde și lua contact direct, dar limitat, cu lumea subterană atît de vastă și diversificată care, din pricina dificultăților de explorare, greu se lasă studiată și clasificată de speologi.

Peșterile „clasice" sînt desigur cele săpate de ape în masivele calcaroase, însă nu trebuie să limităm domeniul subteran la ele. Se cunosc destule peșteri în tufurile vulcanice, granit, bazalt, sare, gips, gresii și conglomerate. Există o rețea de fante extrem de importantă în rocile cristaline. Să nu uităm apoi sedimentele alcătuite din petrișuri și nisipuri, în cea mai mare partte a timpului îmbibate cu apă, care constituie un mediu interstițial întins de la țărmul mărilor pînă în inima continentelor. Acest mediu prezintă un deosebit interes pentru ecologia subterană și pentru viața omului. Este vorba de pînzele freatice care dau apa cea de toate zilele într-un grad mai mare decît rîurile și fluviile. Rezervele de apă subterană devin tot mai prețioase pe măsură ce lumea se urbanizează iar gradul de poluare a apelor curgătoare crește.

Dar solul pe care călcăm și habitatele sale anexă, adică mediul endogeu sau edafic atît de felurit care acoperă aproape pretutindeni fața continentelor cui îi aparține? Bineînțeles tot domeniului subteran. Acest mediu joacă un rol important în economia naturii pentru că el constituie însuși substratul tuturor ecosistemelor terestre, a tuturor schimburilor de energie, fiind deci substratul principal al biosferei (C. Delamare-Debouttеville, 1971).

În fine, tot domeniului subteran îi aparțin cavitățile artificiale (galerii de mină, puțuri, cariere, catacombe, pivnițe etc.) în care viața e totdeauna prezentă.

Toate mediile hipogee amintite se află într-o strînsă interdependență atît între ele cît și cu domeniul epigeu. Peștera, de exemplu, această cavitate săpată într-un masiv calcaros, nu poate fi considerată un mediu izolat. Ea este legată de suprafață prin una sau mai multe deschideri, e ventilată și adesea parcursă de rîuri temporare sau permanente. Din zona superioară a masivului, care aparține solului, ajung în peșteră, prin percolație, diferite elemente. Zona înecată, de sub zona cavernicolă propriu-zisă, este la rîndul ei legată de regiunile înconjurătoare în măsura în care există pînze de apă învecinate. Rezultă că mediile hipogee sînt larg deschise spre cele epigee de la care primesc impulsuri climatice și materii organice, că ecosistemele subterane sînt sisteme biologice deschise, în echilibru dinamic, ca și cele de la exterior.

Părinții necontestați ai biospeologiei moderne, Emil Racoviță și René Jeannel, unindu-și eforturile la începutul acestui veac, au structurat în chip magistral cercetările asupra cavităților naturale accesibile omului. Numele lor rămîne strîns legat de explorările biospeologice ale unui număr imens de peșteri, de publicarea primei reviste de specialitate, *Biospeologica*, și de crearea primului institut de speologie din lume la Cluj-Napoca. Sub acest impuls s-a desfășurat prima etapă de cercetări biospeologice, numită de E. Racoviță *extensivă*, adică cea a inventarului, a descrierii, repartiției, și adesea a filogeniei speciilor cavernicole. Încă din această etapă încep să prindă contur problemele ecologice subterane, dar mai mult sub formă de ipoteze decît de concluzii bazate pe cercetări de teren și laborator (R. Jeannel 1926 și 1943, E. Dudich 1932, R. Leruth 1939), ipoteze și date preluate în tratate de biospeologie generală (S. Ruffo 1957, A. Vandel 1964, T. C. Barr 1968, C. Delamare-Debouteville 1971, R. Ginet și V. Decou 1977 etc.).

Pe la mijlocul secolului începe etapa *intensivă*, a cunoașterii lumii subterane, în special a celei cavernicole, conducînd la rezultate însemnate privind reproducerea și ciclurile biologice ale animalelor hipogee, rezultate bazate pe creșteri în mediul natural, majoritatea realizate în peștera laborator de la Moulis (Franța). După 1960, în paralel cu studiul biologiei cavernicolelor, biospeologii din mai multe țări au trecut la cercetări de ecologie modernă. Aceste cercetări au infirmat ideea constanței ± absolute a factorilor de mediu ai domeniului subteran. În peșteri se desfășoară numeroase procese meteorologice care pot fi măsurate și care intervin direct în determinarea unor fenomene hidrologice, cristalografice și biologice. Studiile lui C. Andrieux (1963—1977) ridică climatologia subterană la rangul unei discipline științifice cu problematică și metode proprii. Cercetările au mai arătat că populațiile subterane sînt mult mai mari decît s-ar fi bănuit, iar biotopii lor mai întinși și diversificați decît se credea inițial. Au dovedit-o deocamdată studiile cantitative asupra unor populații cavernicole terestre și studiul indirect asupra unor populații acvatice din zona carstului înecat, inaccesibilă omului. S-a mai stabilit că populațiile cavernicole terestre au raporturi mai complexe cu diferiți biotopi subterani în comparație cu cele acvatice. Deși trăiesc în limitele aceluiași domeniu de viață, cele două categorii sînt mai mult convergente decît analoage. Ele se deosebesc prin originea lor, prin modul de colonizare a acestui domeniu, prin cauzele care au determinat pătrunderea și menținerea lor în biotopii subterani și prin factorii care guvernează existența lor cavernicolă (Gh. Racoviță, 1978).

Dat fiind întinderea subiectului ca urmare a bogatei diversificări a lumii subterane se prezintă în continuare numai ecosistemele terestre și acvatice

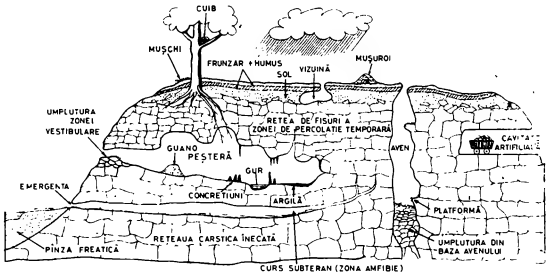


Fig. 35. Reprezentarea schematică ai unor biotopi ai domeniului subteran (hipogeu) terestru și acvatic (original)

mai bine studiate la nivel populațional și biocenotic, folosind, cînd există, exemple din România.

5.3.1 ECOSISTEME SUBTERANE TERESTRE

Domeniul subteran terestru a fost delimitat științific pentru întîia oară de Emil Racoviță (1907). El distingea: peșteri, fante, cavități artificiale, microcaverne și sol. Clasificarea sa, cu unele precizări, este folosită și astăzi. Dintre aceste medii, peșterile sînt cel mai bine studiate iar fantele, din cauza inaccesibilității, aproape deloc. Cavitățile artificiale și microcavernele (definite de E. Racoviță în 1907 ca „locuri retrase, obscure, construite sau săpate de unele animale și pe care altele le-au ales ca domiciliu") sînt mult mai puțin cunoscute ca peșterile. Cît despre mediul endogeu sau edafic *(edafos* = substrat), a cărui faună este strîns legată de cea a peșterilor, inegal studiat, constituie obiectul pedologiei. Iată de ce în cazul ecosistemelor subterane terestre ne vom ocupa aproape numai de cele cavernicole.

5.3.1.1. MEDIILE SUBTERANE TERESTRE

Unele macroecosisteme subterane pot fi considerate *mezoecosisteme* (peștera, cavitatea artificială) altele *microecosisteme* (microcaverna). Problema rețelei de fante nu este încă lămurită.

Peșterile. Peșterile sînt în principal săpate în calcare paleozoice (carbonifer, permian) și neozoice (jurasic și cretacic). Din cele peste 2500 de peșteri cunoscute pînă în prezent în România, circa 90% sînt săpate în roci calcaroase de vîrstă triasică, jurasică și cretacică conținînd marea majoritate a faunei troglobionte. După P. A. Chappuis (1947) peșterile actuale sînt create la sfîrșitul terțiarului, deci de dată destul de recentă. Bineînțeles, înaintea lor au existat altele, încît nu se pune problema discontinuității în spațiu și timp a domeniului subteran.

Peşterile pot fi orizontale, ascendente, descendente, verticale (avene) sau mixte (combinate). Cele mai bogate în faună sînt peşterile orizontale şi descendente parcurse de ape curgătoare, care se formează în profunzimea masivelor carstice împădurite.

Fantele. În afară de cavităţile mari care fac obiectul studiilor clasice de speologie, există numeroase reţele de fante. Într-un masiv de calcar, eroziunea internă creează o suprafaţă mult mai mare decît a peşterilor propriu-zise. Chiar în masive necalcaroase există asemenea reţele de fisuri, unele foarte dense. Prin această fisuraţie profundă, inaccesibilă omului, formată pe tot felul de diaclaze, falii şi feţe de strat, apa se infiltrează tot mai adînc în interiorul masivelor.

Constanţa destul de mare a factorilor climatici, în special a umidităţii extreme din atmosferă, face ca fantele să constituie biotopul ideal al faunei troglobionte. Faptul a fost intuit încă din 1907 de E. R a c o v i ţ ă. „Înclin să cred că multe cavernicole îşi au habitatul lor normal în fante şi nu în peşteri" scria marele savant. Totuşi, din cauza imposibilităţii observaţiei directe în profunzimea reţelei de fante, nu se ştie nici astăzi dacă acest „biotop freatic terestru" cum l-a denumit R. J e a n n e l (1926) este populat sau nu de o faună caracteristică compusă din specii „ultracavernicole". Puţinele date de care dispunem sînt insuficiente iar opiniile specialiştilor contradictorii. Dacă E. R a c o v i ţ ă şi R. J e a n n e l erau convinşi de existenţa unei faune proprii sistemului de fisuri inaccesibile, iar H. C o i f f a i t (1956) vedea în acest sistem un mediu mai stabil decît cel al peşterilor, cu condiţii de stenotermie şi stenohigrobioză mai riguroasă şi cu resurse trofice bogate, A. V a n d e l (1964) consideră că pereţii stalagmitaţi, depozitele de argilă şi fisurile constituie un sistem unitar, corespunzător biotopului caracteristic troglobiontelor, în care însă fisurile populate de asociaţia acestora se restrîng la o adîncime de numai cîţiva cm de la suprafaţa pereţilor şi că fantele profunde sînt azoice din pricina lipsei de resurse alimentare.

După părerea noastră adevărul în problema resurselor trofice e la mijloc. Resursele alimentare alohtone pătrund cu certitudine prin reţea în peşteri, în special cu apa de percolaţie, dar numai în cazul masivelor împădurite, numai dacă această reţea nu este colmatată cu depuneri argiloase sau de calcit (aşa cum uneori se poate observa direct în masivele cu versanţii tăiaţi pentru şosele, cariere sau perforaţi de tunele) şi numai dacă sistemul de galerii părăsite de apa curgătoare a peşterii nu se află într-un grad prea avansat de fosilizare prin stalagmitare (fapt care duce, în cele din urmă, la întreruperea definitivă a legăturii dintre peşteră şi reţeaua de fante, la reducerea pînă la dispariţie a populaţiilor troglobionte).

Aşadar, problema reţelei de fante considerată nu numai ca un mediu accesibil faunei cavernicole şi hipogee, ci şi ca un biotop cu biocenoză proprie, deci un ecosistem, este încă departe de a fi rezolvată. Totuşi un pas înainte s-a făcut în urma descoperirii că fisurile foarte apropiate de suprafaţă (şisturile verzi, dar şi feţele de strat, diaclazele calcarului etc.) reprezintă un biotop preferenţial pentru multe artropode care au aici populaţii neaşteptat de dense. Este vorba de *„domeniul litoclazic"* cum l-au denumit T. O r g h i d a n şi M. D u m i t r e s c u (1964). Fiind situat în sectorul epizonal al masivelor fisurate, acest biotop reprezintă, fără îndoială, o zonă de tranziţie (ecoton) a cărui faună se află într-o legătură dinamică cu a biotopilor analogi (cavernicol, endogeu, corticol).

Un alt pas important l-au făcut biospeologii de la Moulis. H. Schoeller (1962) stabilise deja că variațiile termice sezoniere se resimt pînă la 25 m adîncime, iar cele nictemerale pînă la 2 m, aceste valori putînd fi influențate în bună măsură de circulația apei și a aerului prin fisurile rocii. Măsurătorile realizate de B. Delay (1974, 1978) prin forarea rocii și amplasarea de sonde termoelectrice la diferite adîncimi au stabilit cu precizie amplitudinea variațiilor în zona de heterotermie a carstului. Aceste variații, arată autorul, depind direct de cele ale temperaturii de la exterior dar sînt mult decalate față de acestea (de ordinul lunilor). Amplitudinea absolută este de 6° la 3,4 m adîncime într-un carst descoperit și de 7,1° la 4,9 m adîncime într-unul împădurit. Mediul oferit bionților subterani de către masivele carstice, conclude autorul, prezintă o heterotermie în spațiu și timp legată de climatul local și de particularitățile structurale ale carstului, de care trebuie să se țină seama.

În același timp, utilizînd metoda marcărilor și recapturilor, B. Delay (1975, 1978), a reușit să estimeze raporturile biologice ce se pot stabili între peșteră și ansamblul masivului carstic în care e săpată. El a demonstrat astfel existența variațiilor cantitative nu numai în cadrul populațiilor cavernicole studiate prin observație directă ci și la nivelul întregului efectiv care poate fi estimat prin această metodă.

Rezultatele experiențelor de marcare și recapturare efectuate de Gh. Racoviță (1978) în peșterile din Munții Apuseni l-au condus la ideea că migrațiile populațiilor de coleoptere cavernicole nu se limitează la spațiul cavităților accesibile, ci afectează și rețeaua de fisuri a masivelor carstice, avînd drept consecință asigurarea condițiilor ecologice optime pe toată durata ciclului anual.

Din puținele date existente și opiniile contradictorii menționate rezultă cît de complexă este problema biotopilor subterani în general și a rețelei de fante în special.

Cavitățile artificiale. În această categorie intră toate cavitățile săpate de om în roci sau în sedimente. În Franța s-au realizat studii remarcabile asupra galeriilor de mină (R. Husson, 1936) și carierelor (J. Balazuc, 1954 și alții). La noi în țară cercetările s-au limitat deocamdată la colectări ocazionale de faună.

Condițiile asemănătoare mediului cavernicol, resturile alimentare introduse de om în timpul exploatării sau antrenate permit popularea tuturor spațiilor biologic neocupate la scurtă vreme după ce acestea au fost create de om. Pătrund aici venind de la exterior, din mediul endogeu sau prin fantele intersectate de lucrări, specii trogloxene și troglofile (oligochete, pseudoscorpioni, araneide, diplopode, chilopode, izopode, colembole, diptere, coleoptere) precum și unele specii acvatice și terestre strict hipogee (amfipode, araneide, coleoptere). De exemplu, într-o galerie de explorare minieră din Valea cu Baia (Munții Poiana Ruscă) s-a găsit coleopterul endemic troglobiont *Duvalius coiffaiti* cunoscut numai într-o peșteră din același masiv (Peștera din Cioaca Birtului). Interesul studierii cavităților artificiale rezidă în posibilitatea de a data precis începutul aventurii subterane a speciilor (ceea ce este imposibil în cazul cavităților naturale) și în faptul că pun aceleași probleme de adaptare și evoluție ca peșterile.

Se pare că condițiile litologice influențează compoziția faunei cavităților artificiale. Este mai bogată în galeriile săpate în calcare și mai săracă în saline sau în minele de cupru.

Microcavernele. Vizuinele de mamifere, muşuroaiele de furnici, cuiburile de viespi, albine şi bondari, galeriile unor insecte sau ale larvelor lor săpate în sol sau în lemn şi, în mai mică măsură, cuiburile unor păsări făcute în malurile lutoase sau nisipoase, scobite în trunchiurile de arbori sau construite în crăpături de stîncă, toate acestea constituie mediul microcavernelor bine studiate de L. Falcoz (1914). Acest autor a denumit fauna microcavernelor foleofilă şi a deosebit în cadrul ei trei categorii ecologice: foleoxene, foleofile şi foleobii.

Biocenoza microcavernelor este alcătuită din insecte parazite sau comensale, arahnide, crustacei şi miriapode care conviețuiesc de obicei cu păsările şi mamiferele. Popularea microcavernelor nu depinde atît de factorii abiotici cît de prezența gazdei, iar densitatea şi abundența faunei în primul rînd de hrana oferită de aceşti biotopi.

Cele mai multe specii folcofile provin din faune epigee lucifuge. Cîteva dintre ele sînt comune microcavernelor şi guanoului din peşteri unde ajung în căutarea hranei (de ex. *Atheta* şi *Quedius* dintre coleoptere). Adică sînt deopotrivă foleofile şi guanofile.

Fauna microcavernelor, mult diferită de cea cavernicolă şi endogee, atît prin compoziție şi adaptări morfologice cît şi prin origine, a fost studiată cu totul sporadic şi inegal în țara noastră.

Mediul endogeu. Acest mediu este aproape la fel de întins ca şi cel epigeu terestru iar factorii săi abiotici şi biologici amintesc mult pe cei ai peşterilor. După G. Pruvot, autorul termenului, endogee sînt animalele care trăiesc în profunzimea solului. În realitate mediul endogeu nu este limitat la *euedafon*, adică la fauna care populează nivelurile minerale ale solului propriu-zis. El cuprinde şi *hemiedafonul*, adică fauna din frunzarul aflat în diferite stadii de descompunere, în special din stratul de humus al litierei, extrem de populat, ce acoperă solul forestier, precum şi perniţele de muşchi. De altfel P. P. Grassé (1974) consideră că „muşchii şi humusul pădurilor constituie, pentru insecte, anticamera peşterilor", dorind să sublinieze prin aceasta importanța acestor biotopi pentru popularea mediului cavernicol, rolul deosebit al humusului de mediu primar în care s-au pregătit fiziologic suşele care, pătrunzînd tot mai adînc în reţeaua de fisuri şi în peşteri, au dat fauna cavernicolă (bineînțeles în măsura în care reţelele n-au fost colmatate şi peşterile prea concreționate).

Tot endogee e şi fauna ce se ascunde sub pietrele înfundate în sol (aşa numitul biotop lapidicol), în cioatele şi lemnele aflate în diferite stadii de putrezire contopite cu frunzarul şi solul. Tot endogee este fauna din crăpăturile profunde ale argilelor şi cea care pătrunde în adîncime nu prin interstiţiile solului, ci prin galeriile create de rădăcinile arborilor morţi. În peşterile din zonele temperate şi tropicale, nu rareori, se văd rădăcini spînzurînd din tavan. Ele arată clar una din căile de colonizare a mediului subteran profund, după unii autori mai importantă decît cea a intrărilor naturale în peşteri. Aşadar, schimbul de faună care are loc între mediul endogeu şi alte medii subterane explică fauna comună acestora.

În cazul României solurile cele mai bogate în faună sînt cele ale pădurilor de fag şi stejar aşezate pe roci argilo-calcaroase sau pe dolomite (rendzinele, solurile brune de pădure etc.). Deşi sînt diferite de cele cavernicole, speciile edafobionte prezintă de multe ori caractere analoage (sînt lipsite de pigmenţi, nu au ochi sau sînt reduşi, aripile insectelor sînt atrofiate sau lipsesc etc.).

Speciile edafobionte se întîlnesc rareori în celelalte medii hipogee. Cele mai caracteristice sînt coleopterele leptotiflite. R. Ginet şi V. Decou (1977) arată că aceste coleoptere nu au rude apropiate în fauna epigee şi aparţin, ca şi speciile troglobionte, unor linii vechi, răspîndite în cea mai mare parte în zona mediteraneană a Europei. Prin comparaţie cu speciile paleotroglobii, veritabile „fosile vii", au fost denumite de H. Coiffait „fosile vii din sol". În funcţie de mediul în care trăiesc, ele pot fi subţiri şi alungite, lăţite sau cel mai adesea cilindrice, au apendice scurte şi îngroşate, aripile reduse pînă la dispariţie, tegumentul aproape depigmentat şi, spre deosebire de cele troglobii, n-au suferit o ultraevoluţie a corpului, ci a organului copulator.

5.3.1.2. FACTORII ECOLOGICI AI DOMENIULUI SUBTERAN TERESTRU

Cei mai importanţi factori limitanţi care acţionează asupra faunei cavernicole terestre din peşterile României sînt: obscuritatea, temperatura, umiditatea, ventilaţia şi hrana.

Obscuritatea din profunzimea peşterilor are consecinţe biologice importante. Plantele cu clorofilă şi fitofagele lipsesc, iar animalele strict cavernicole sînt depigmentate (pigmenţii cutanaţi devenind inutili), lucifuge (tegumentul fiind vulnerabil la razele luminoase) şi au ochii atrofiaţi pînă la dispariţie completă. În absenţa luminii, hipofiza vertebratelor nu mai este stimulată, ceea ce are repercusiuni asupra reproducerii, iar ritmurile nictemerale şi sezoniere nu pot acţiona.

Temperatura medie din zona profundă a peşterilor mari cu o singură intrare din ţara noastră este de 7—12°C şi este apropiată de media anuală a celei înregistrate la exterior în apropierea deschiderii. Această valoare corespunde optimului termic al troglobiontelor care nu sînt strict stenoterme (limita letală inferioară se află sub —5°C, iar cea superioară depăşeşte uneori +20°C). Dacă în zona profundă a peşterilor amintite domneşte o constanţă relativă (în peştera-laborator de la Cloşani amplitudinea anuală este de 3°C), în peşterile mai mici, permanent ventilate, amplitudinea depăşeşte 15°C.

Variaţiile de temperatură bruşte constituie un important factor limitant. Aceste variaţii pot determina prezenţa sau absenţa cavernicolelor în diferite zone ale peşterii şi, dacă acţionează timp îndelungat, pot influenţa fiziologia reproducerii, dezvoltarea embrionară şi cea larvară. Chiar şi cele mai mici variaţii din zona profundă pot influenţa procesele fiziologice ale troglobiontelor şi determina ritmuri biologice.

Umiditatea este, fără îndoială, cel mai important factor pentru viaţa animalelor cavernicole, deoarece toate sînt stenohigrobii. Avînd tegumentul subţire şi neimpermeabilizat împotriva evaporării, artropodele troglobionte nu pot trăi decît într-o atmosferă foarte bogată în vapori de apă. Ele nu supravieţuiesc deopotrivă într-un aer uscat şi într-unul saturat sau suprasaturat în vapori (Vandel, 1964). Aşa se explică de ce, în general, peşterile din România cu faună troglobiontă au un procent de peste 95% umiditate relativă. Valorile maxime se înregistrează vara, cele minime iarna. Nu s-a putut stabili o corespondenţă între perioadele de uscăciune de la suprafaţă şi umiditatea peşterilor deoarece golurile subterane funcţionează ca un sistem regulator care tinde să reţină din umiditatea atmosferei. Peşterile sînt cu atît mai umede cu cît sînt mai slab ventilate.

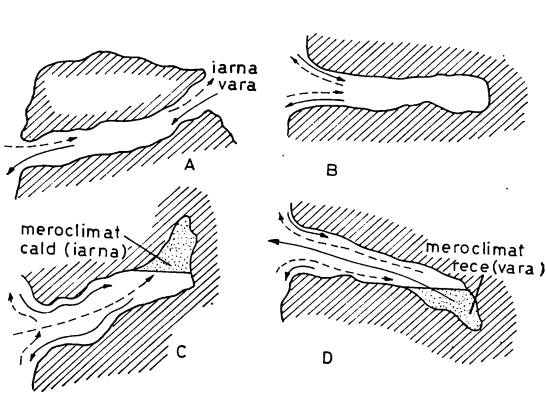


Fig. 36. Clasificarea peșterilor după regimul de ventilație:

A. peșteră cu ventilație unidirecțională; *B.* peșteră cu ventilație bidirecțională permanentă; *C.* peșteră cu ventilație bidirecțională intermitentă (cazul peșterilor ascendente); *D.* idem (cazul peșterilor descendente) (După Gh. Racoviță, 1978, modificat de St. Negrea)

Dat fiind importanța gradului higrometric se presupune că umiditatea a fost factorul fundamental ce a intervenit în determinarea colonizării mediului subteran, că multe din troglobii provin din strămoși nu numai lucifugi, ci mai ales higrofili (Vandel, 1964). Așadar umiditatea a fost și este un factor limitant în repartiția spațială a faunei cavernicole terestre.

Ventilația reprezintă un factor defavorabil pentru speciile troglobii și chiar pentru unele troglofile deoarece usucă aerul. De accea în galeriile ventilate nu vom găsi niciodată o faună strict cavernicolă. Intensitatea circulației aerului în peșteră depinde de numărul deschiderilor și de situarea lor, de diferența de temperatură, umiditate și presiune dintre aerul din peșteră și cel de la suprafață, de mărimea și forma galeriilor etc.

Gh. Racoviță (1975, 1978) deosebește după regimul de ventilație trei categorii topoclimatice principale: *peșteri cu ventilație unidirecțională*, înzestrate cu 2—n deschideri; *peșteri cu ventilație bidirecțională*, prevăzute cu o singură deschidere și *peșteri cu ventilație bidirecțională intermitentă* care pot fi ascendente (așa-numitele „peșteri calde") sau descendente („peșteri reci"). Rezultă că există deosebiri considerabile de la o peșteră la alta care afectează în mare măsură condițiile de existență ale faunei cavernicole (fig. 36).

Deoarece noțiunea de *topoclimat* este prea generală pentru a permite precizarea tuturor fenomenelor din atmosfera unei peșteri — precizare strict necesară studierii populațiilor și biocenozelor cavernicole — Gh. Racoviță (1975) deosebește într-o cavitate mai multe *meroclimate*, adică părți distincte climatic și topografic. Astfel, în zona supusă influenței factorilor meteorologici de la exterior se realizează un *meroclimat de perturbație*, iar în zona profundă, în care asemenea influențe nu se manifestă, un *meroclimat*

de stabilitate. Pentru a putea însă afla cu precizie influența pe care factorii fizici o exercită asupra cavernicolelor trebuie studiate fenomenele ce au loc în mediul propriu-zis de viață al faunei terestre. C. Juberthie (1969) a stabilit că acest mediu se reduce la pătura de aer de cel mult 5 mm grosime din imediata apropiere a substratului în care trăiesc efectiv animalele terestre și care este sediul fenomenelor *microclimatice*. Aceste fenomene au fost definite de C. Andrieux (1971) ca reprezentînd acele procese „termodinamice și aerodinamice care controlează mecanismul schimburilor de căldură și de masă la nivelul pereților și substratelor". Datorită extinderii limitate a diferitelor spații microclimatice, ansamblul unei peșteri ne apare alcătuit dintr-un mozaic de asemenea unități, fiecare dintre ele putînd fi caracteristică unei anumite nișe ecologice.

Hrana reprezintă un factor ecologic de primă importanță responsabil în bună măsură de repartiția și abundența cavernicolelor. Cu excepția guanobiilor, strict infeudate unui singur regim alimentar (guanoul), animalele subterane sînt polifage detritivore; bineînțeles nu lipsesc carnivorele care se hrănesc cu acestea. Originea materiilor organice în peșteri este diferită. Acizii aminici liberi, glucidele libere, resturile vegetale și animale sînt introduse mai ales de apele de infiltrație care trec mai întîi prin frunzarul, humusul și solul de la suprafață, precum și de cursurile de apă epigee, care intră prin ponoare încărcate cu nămol și cu tot felul de resturi organice (frunzar, crengi, bușteni, animale mărunte, cadavre etc.). Compoziția chimică a materiilor organice din sedimentele depuse în profunzimea peșterilor a fost studiată pentru prima dată în lume de B. Delay și A. Aminot. (1975). Cercetătorii francezi constată că în peșterile din Pirinei conținutul în materie organică al sedimentelor variază între 0,39 și 4,73%. Protidele reprezintă o treime din materia organică totală, din care 0,15—2% sub formă de acizi aminați liberi; glucidele totalizează 20—40%, 99% fiind sub formă de polimeri — ceea ce pune problema asimilării lor de către troglobionte; acizii humici reprezintă 3—10%, valori comparabile cu cele din orizonturile de acumulare ale solurilor de la suprafață. Studiul evoluției acestor materii organice aparține aceloraşi autori. Spre deosebire de materiile organice vechi (cele mai abundente, degradate și cu un mare conținut în polimeri), cele introduse recent (puțin degradate și cu un conținut mare în monomeri) evoluează rapid, iar reziduul lor se adaugă fracțiunii vechi. Fracțiunea recentă prezintă variații sezoniere în funcție de ciclurile hidrologice din ecosistemele de la exterior.

Curenții de aer introduc și ei polen, microorganisme (aeroplancton). Guanoul de liliac e încă o sursă importantă pentru unele peșteri din România, deoarece conține numeroase microorganisme (bacterii, actinomicete, ciuperci). Apoi cadavrele liliecilor care se adaugă celor antrenate de la exterior, deșeurile felurite lăsate de om, constituie tot atîtea surse ce îmbogățesc factorul trofic.

Din analiza sumară a principalilor factori ecologici rezultă că peștera este un sistem biologic deschis, în permanentă legătură cu ecosistemele epigee și hipogee limitrofe care-i procură resursele alimentare, deci un sistem dependent de acestea. Mai rezultă că în profunzimea peșterilor există o relativă uniformitate și constanță a condițiilor de existență și o diversitate de habitate; că toți factorii abiotici și biologici acționează în strînsă interdependență asupra populațiilor și respectiv biocenozelor cavernicole; că, în funcție de dinamica

lor, există o mare varietate de peșteri, că fiecare peșteră își are, ca ecosistem, particularitățile ei de structură și funcționare.

5.3.1.3. CATEGORIILE ECOLOGICE ALE FAUNEI SUBTERANE TERESTRE

Studiul biotopilor și biocenozelor cavernicole a necesitat elaborarea unei terminologii ecologice adecvate. Astfel, pentru caracterizarea ecologică a faunei cavernicole terestre, pentru definirea gradului de afinitate a diferitelor specii față de valorile factorilor de mediu, pentru definirea gradului de înfeudare a acestor specii față de mediul subteran, biospeologii au creat categorii ecologice și clasificări. Dintre toate, clasificarea propusă de J. R. Schiner (1854), preluată de E. Racoviță (1907), completată și modificată de R. Jeannel (1926), S. Ruffo (1957), C. Motaș (1962) și alți autori, a devenit de acum clasică. După această clasificare în peșteri există animale troglobii, troglofile, subtroglofile, trogloxene, parazite, guanobii și guanofile. Aceste categorii sînt în primul rînd unități cenotice, diferențierea fiind stabilită pe criterii ecologice și apoi pe cele morfologice, fiziologice și istorice.

Troglobiile sau *troglobiontele* trăiesc și se reproduc numai în peșteri (*trogle* = peșteră; *biu* = exclusiv, caracteristic). Cel mult, în anumite condiții favorabile, pot fi întîlnite în zona intrării. Majoritatea prezintă caractere morfologice de evoluție regresivă (dispariția pigmenților melanici din tegument, alungirea și subțierea apendicilor, apterism, anoftalmie etc.), sînt în general de talie mai mare ca formele epigee din grupele respective și prezintă diferite adaptări fiziologice, în special privind reproducerea și dezvoltarea (producerea de ouă puține și mari, durata dezvoltării embrionare și postembrionare mult mai lungă decît la formele de suprafață, longevitatea mărită etc.). Troglobiontele sînt active tot timpul anului (nu prezintă diapauză).

Există specii *paleotroglobii* care nu mai au rude la exterior, deci veritabile fosile vii, și *neotroglobii*, forme recente care au asemenea rude. Pe baza paleoendemismelor troglobii, veritabili indicatori biogeografici, V. Decu și Șt. Negrea (1969) au făcut prima raionare biospeologică a României. Autorii au delimitat cinci provincii biospeologice care corespund de fapt unor provincii paleobiogeografice de anaboreză terțiară (Carpații Orientali și Meridionali pînă la Olt, Carpații Meridionali între Olt și culoarul Timiș-Cerna, Munții Banatului, Munții Apuseni și Dobrogea), iar în interiorul lor au stabilit 25 zone.

Troglofile sînt animale care trăiesc și se reproduc deopotrivă în peșteri și la exterior (*fil* = indiferent, comun). Puține dintre ele au caractere morfologice de evoluție regresivă. Troglofilele sînt lucifuge și higrofile frecvente în mediul endogeu (frunzar, sub pietre, în sol), nu au diapauză, pot fi întîlnite în profunzimea peșterilor dar populează cu precădere zona vestibulară.

Subtroglofilele sînt acele animale care caută condițiile de mediu oferite de peșteri numai în una din fazele ciclului biologic (cele estivante au diapauză în intervalul aprilie—octombrie, cele hivernante în septembrie—mai). Majoritatea populează zonele din imediata apropiere a deschiderilor, cu valori ale factorilor de climat intermediare între zona profundă a peșterii și exterior, și nu se hrănesc în timpul diapauzei. Ele caută aici constanța relativă a factorilor de climat subteran. Astfel se comportă trichopterele, lepidopterele și dipterele parietale. Tot subtroglogfile sînt speciile endogee care pătrund activ în peșteri de cîte ori valorile factorilor climatici devin nefavo-

rabile (la secetă sau ploi prelungite) ori în căutare de hrană, deci temporar, fără a se reproduce. Din această categorie fac parte unele specii de gasteropode, izopode, diplopode, chilopode, oligochete, himenoptere etc.

Trogloxenele sînt animale ajunse cu totul întîmplător în peşteri (*xen* = = străin), deci oaspeţi ocazionali. Cele mai multe sînt antrenate la viituri prin deschideri sau de apa de infiltraţie prin fisuri. Indivizii aparţinînd speciilor cu mare valenţă ecologică reuşesc să supravieţuiască o vreme mai îndelungată şi chiar să se reproducă în zona vestibulară. În cele din urmă revin la suprafaţă sau pier.

Parazite sînt speciile legate direct de gazdele lor atît ecologic cît şi biologic (factori de mediu, hrană). Ele prezintă caractere de evoluţie regresivă derivate din modul lor de viaţă parazitară (depigmentare, atrofia aripilor, anoftalmie).

Guanobii sînt speciile a căror ciclu de viaţă se petrece numai în guanoul din peşteri iar *guanofile* cele care pot fi întîlnite şi în guanoul de la exterior. Toate se hrănesc cu guano de liliac sau de alte mamifere, factorul trofic fiind principalul factor limitant.

5.3.1.4. ECOSISTEMELE CAVERNICOLE TERESTRE

Ecosistemele cavernicole terestre sînt încă departe de a fi studiate şi definite ca cele epigee, pe deoparte, din cauza accesibilităţii dificile şi limitate a cavităţilor naturale, pe de alta, din pricina diversităţii tipurilor de peşteri, de topo- mero- şi microclimate, de substratele neuniforme răspîndite şi de asociaţiile faunistice ce se întrepătrund, diversitate care nu permite totdeauna o zonare biocenotică clară şi nici generalizarea tuturor concluziilor.

Ţinînd seama numai de factorii abiotici putem distinge într-o peşteră trei zone de mărime variabilă: o *zonă vestibulară*, luminată direct sau difuz, uneori cu plante ombrofile şi higrofile pe sol, cu pereţii înverziţi de alge şi muşchi şi cu amplitudinea valorilor factorilor abiotici mare, dar mai atenuată ca la exterior; o *zonă intermediară*, zonă tampon în care efectul microclimatului vestibular este anihilat treptat, deci un ecoton în care numărul de specii animale este de regulă maxim; o *zonă de profunzime*, complet obscură, lipsită de plante verzi, cu amplitudinea valorilor factorilor abiotici foarte mică şi cu substrate trofice $\pm$ variabile, zona troglobiilor.

Această zonare nu se poate aplica însă la orice peşteră. Realitatea este mult mai complexă. De pildă Ş t. N e g r e a şi A. N e g r e a (1977) ţinînd seama de criteriile topografice, topoclimatice şi de substratele trofice, deosebesc pentru peşterile din Munţii Banatului următoarele categorii: peşteri orizontale (şi suborizontale) de tip C (adică complet, cu toate cele trei zone); peşteri orizontale de tip P (numai cu zonă de profunzime, deci complet obscure din cauza deschiderii extrem de mici); peşteri orizontale de tip V (numai cu zona vestibulară, deci luminată pînă în fund prin deschiderea mare); peşteri verticale (şi subverticale) de tip C (adică complet — avene închise „în fund de sac", prevăzute cu mici platforme şi cu umplutură în baza puţului de acces, luminate difuz sau nu pînă în fund); peşteri verticale de tip F (avene *à pic*, fără platforme, deci numai cu zona finală); peşteri de tip F + P (avene-peşteri, în care puţul de acces se continuă cu galerii orizontale sau suborizontale obscure). Între aceste tipuri de bază autorii mai disting, în cazul peşterilor orizontale, tipurile intermediare Pv şi Vp.

Zonarea biocenotică a unei peșteri e încă mai dificilă decît cea după factorii abiotici, fiindcă, pe deoparte, unei zone nu-i corespunde neapărat o singură biocenoză, pe de alta, o biocenoză se poate extinde în toate cele trei zone. De exemplu în zona vestibulară pereții și tavanele constituie biotopul biocenozei parietale (care uneori ocupă și pe cei ai zonei de profunzime), iar planșeul constituie biotopul biocenozei depozitelor de umplutură din această zonă. Cît despre zona intermediară, fiind un ecoton, nu poate avea o biocenoză, deci elemente caracteristice.

Deși problema ecosistemelor cavernicole terestre este departe de a fi lămurită, vom încerca a le prezenta foarte sumar folosind clasificarea, rezultatele și concluziile la care au ajuns A. Negrea și Ș t. Negrea (1968, 1971, 1972, 1977) studiind peste 150 de peșteri din Munții Banatului.

Într-o peșteră pot fi deosebite cinci biocenoze cu structură mai complexă sau mai simplă. Ele sînt delimitate și definite prin specii *caracteristice* (constante), adică prin acele specii puține la număr, înfeudate unei singure biocenoze, totdeauna prezente, frecvente în mai multe peșteri și adesea dominante, care, împreună cu speciile *preferante* (accesorii), comune mai multor biocenoze, și *străine* (accidentale) populează biotopii corespunzători. Din nefericire interrelațiile dintre specii și dintre biocenoze sînt încă puțin cunoscute. Cele cinci biocenoze (asociații sau comunități după diferiți autori) sînt: biocenoza pereților și tavanelor galeriilor din peșterile orizontale, denumită de R. Jeannel (1926) „asociația parietală"; biocenoza depozitelor de umplutură, în special a solurilor, din zona vestibulară a peșterilor orizontale; biocenoza depozitelor de umplutură din baza avenelor „în fund de sac"; biocenoza planșeelor stalagmitate și argilo-nisipoase cu resturi organice, inclusiv a fisurilor superficiale din pereții și tavanele zonei de profunzime a peșterilor orizontale sau mixte; biocenoza guanoului de liliac, mai cunoscută sub numele de „sinuzia guanoului". *Pentru concizie le vom spune:* biocenoza parietală; a planșeelor vestibulare; din baza avenelor; a planșeelor din zona profundă; a guanoului.

Biocenoza parietală. Biocenoza pereților și tavanelor din peșterile orizontale este una din cele mai bogate și variate cenoze cavernicole. Ea ocupă zonele vestibulară și intermediară caracterizate printr-un meroclimat de tranziție între epigeu și hipogeu. Pe pereții zonei de profunzime se pot întîlni doar unele elemente troglofile alături de rare troglobionte care aparțin de fapt asociației planșeelor din această zonă (arahnide, izopode, miriapode, coleoptere etc.).

În structura biocenozei parietale din zona vestibulară intră specii troglobii (araneide, miriapode, coleoptere), troglofile (gasteropode, pseudoscorpioni, araneide, opilionide, chiroptere), subtroglofile (diptere, lepidoptere, trichoptere, himenoptere), trogloxene (oligochete, gasteropode, araneide, opilionide, diplopode, colembole și alte insecte), guanofile (provenite din biocenoza respectivă) și chiar parazite (acarieni, diptere). Troglobiile sînt o raritate; apar uneori primăvara cînd umiditatea este mai crescută. Troglofilele sînt reprezentate prin populațiile permanente a unor specii lucifuge. Numărul cel mai mare de indivizi și specii caracteristice aparțin subtroglofilelor. Astfel, Ș t. Negrea și A. Negrea (1972) arată că din 43 specii caracteristice și preferante identificate în peșterile bănățene reprezentînd 32,5% din biocenoza parietală, 29 specii sînt subtroglofile (17 diptere, 5 lepidoptere, 5 trichoptere, 2 himenoptere), 13 specii troglofile (4 gasteropode, 7 araneide, 2 opilionide) și o singură specie troglobiontă recentă (araneidul

Troglohyphantes herculanus). Restul de 89 specii (67,5%), majoritatea trogloxene, sînt accidentale, străine pentru biocenoza parietală. Ca frecvență, pe primele locuri se situează speciile subtroglofile de diptere (*Limonia nubeculosa* 49%, *Culex pipiens* 45%, *Leria captiosa* 24%, *Rhymosia fenestralis* 22%), lepidoptere (*Scoliopteryx libatrix* 36%, *Triphosa dubitata* 33%, *T. sabaudiata* 30%) și trichoptere (*Stenophilax permistus* 24%, *Micropterna nycterobia* 21%), iar dintre troglofile araneidele, principalele carnivore ale lanțului trofic parietal (*Meta menardi* 64%, *M. merianae* 22%). Ca abundență, tot speciile troglofile ocupă primele locuri. În unii ani numărul indivizilor este enorm, aglomerările de diptere, lepidoptere sau trichoptere ocupînd mari porțiuni din pereți și tavan.

Prezența speciilor subtroglofile în biocenoza parietală nu este întîmplătoare. Ele caută aici, în mod activ, ambianța mediului subteran în una din fazele ciclului lor biologic (R. Ginet și V. Decou, 1977). Această ambianță, precum și o anumită valoare a factorilor fizici le este necesară fenomenului de diapauză pe care-l suportă în peșteri. Inseamnă că speciile cu diapauză estivală vor fi prezente și abundente vara (trichopterele de exemplu), cele cu diapauză hibernală iarna (țînțarii), iar cele cu generații estivante și hibernante în ambele sezoane (unele diptere și microlepidoptere). Nici locul pe care-l ocupă în biotop nu este întîmplător. Ele au nișe preferate în funcție de cerințele ecologice și biologice ale fiecărei specii. În general, speciile subtroglofile evită porțiunile liniștite, calme; în schimb le ocupă pe cele cu meroclimat mai variabil, intermediar între peșteră și exterior, care se găsește, evident, în zonele vestibulară și intermediară. Așadar, constanța relativă a factorilor fizici din zona profundă constituie principalul factor limitant al răspîndirii speciilor subtroglofile parietale în peșteri.

Prezența speciilor troglofile saprofage și a celor carnivore (opilionidele, păianjenii etc.) în biocenoza parietală este legată mai mult de factorul alimentar, ele găsind aici hrană din belșug și un climat convenabil.

În afara elementelor macroscopice de care am vorbit, în componența biocenozei parietale intră și alte organisme ± microscopice. Porțiunile de pereți și tavane umede sînt populate de o microfloră și o microfaună bogată alcătuită în special din elemente antrenate de apa de infiltrație sau de viituri din sol sau din alte medii înconjurătoare (bacterii, mucegaiuri, alge, protozoare, nematode, oligochete, oribatide, rotiferi, tardigrade etc.).

În concluzie, rezultă că fauna parietală nu reprezintă o simplă aglomerare de elemente, ci o biocenoză dominată de elementele subtroglofile, a cărei componenți ocupă nișe ecologice preferențiale pe pereții și tavanele zonei în care se realizează un meroclimat de perturbație și sînt legați între ei prin relații mai mult sau mai puțin complexe, în special de natură trofică. Mai rezultă că structura acestei biocenoze e condiționată atît de factori abiotici (topografia variată a deschiderilor, pereților și tavanelor, ventilația permanentă, ritmul circadian al luminii directe sau difuze, variațiile pronunțate de temperatură și umiditate) cît și de factorii alimentari (cu menționea că insectele subtroglofile participă pasiv în lanțurile rețelei trofice); că dinamica sezonieră este în strînsă relație cu ritmurile biologice ale speciilor subtroglofile care vin să hiberneze sau să estiveze în peșteră; că interesul acestei biocenoze rezidă în faptul că participă activ la economia lumii subterane constituind unul din vectorii energiei organice elaborate în ecosistemele epigee către cele hipogee.

Biocenoza planşeelor vestibulare. Această biocenoză ocupă planşeul zonei vestibulare din peşterile orizontale. Umplutura, formată din sol şi resturi organice vegetale şi animale, este mai importantă în peşterile mari şi umede şi în cele parcurse de ape curgătoare sau protejate de păduri de fag şi stejar (în România cam 80% din peşteri sînt săpate între 250—1 000 m alt., deci în zona acestor păduri). În asemenea peşteri, zona intrării e populată de o faună relativ bogată, compusă din specii troglofile caracteristice, preferante sau accidentale pentru această biocenoză, ca şi din variate specii trogloxene. Speciile cu mare valenţă ecologică se întîlnesc deopotrivă în mediul endogeu (de unde provin) şi în zona profundă (ca preferante sau accidentale). În prezenţa vegetaţiei ombrofile şi higrofile se adaugă, temporar, specii epigee. Cea mai săracă faună o au zonele vestibulare uscate, cu planşeu din rocă nudă sau stalagmitată din masivele neîmpădurite.

Prezenţa speciilor caracteristice şi preferante permanente arată că biocenoza planşeelor vestibulare este o realitate. În acelaşi timp, prezenţa simultană a speciilor eucavernicole (unele specii troglobii ajung, în condiţii favorabile, pînă aici) şi euedafice dovedesc că ecosistemul vestibular reprezintă de fapt o zonă de tranziţie, un ecoton între mediile cavernicol şi endogeu.

Biocenoza planşeelor vestibulare prezintă fluctuaţii de efectiv sezonier datorită migraţiilor faunei spre interior şi exterior şi în profunzimea umpluturii, în funcţie de amplitudinea variaţiilor valorilor factorilor de mediu care aici este mai mare decît în zona profundă. În peşterile din Banat (Ş t. N e g r e a şi A. N e g r e a, 1977) s-au identificat 135 specii, dintre care numai 24 caracteristice şi preferante. Dintre ele menţionăm cîteva specii de miriapode troglofile şi subtroglofile endemice *(Brachydesmus troglobius, Eupolybothrus transsylvanicus, Lithobius burzelandicus wardaranus)* şi unele specii troglofile de gasteropode *(Laciniaria rugicollis, Cochlodina laminata, Oxychilus glaber)*, araneide *(Meta menardi, Nesticus cellulanus)*, izopode *(Androniscus roseus, Cylisticus convexus)*, colembole *(Folsomia candida, Heteromurus nitidus, Lepidocyrtus serbicus)*. Sînt atrase de asemenea specii de oligochete, opilionide, diptere, tizanure şi coleoptere care în endogeu se întîlnesc în frunzar, humus şi muşchi.

Biocenoza din baza avenelor. Umplutura care adesea formează un depozit gros pe fundul avenelor situate în zone carstice împădurite este compusă din fragmente de rocă calcaroasă, sol şi diferite resturi organice căzute prin deschidere sau antrenate de apă. Această umplutură conţine o faună variată şi bogată compusă din numeroase elemente trogloxene, subtroglofile şi troglofile (printre care multe endogee stricte provenite din litiera şi solul pădurilor) şi chiar troglobii (dacă avenul se continuă printr-o reţea de galerii orizontale şi fisuri, şi dacă amplitudinea variaţiilor factorilor fizici este foarte mică). O parte din specii sînt comune cu ale celei din zona profundă a peşterilor orizontale, fapt care scoate în evidenţă relaţiile strînse dintre ecosistemele domeniului subteran. În avenele din Banat (Ş t. N e g r e a şi A. N e g r e a, 1977) s-au identificat 42 de specii, dintre care 8 caracteristice, 11 preferante şi 23 accidentale. În prima şi a doua categorie se remarcă cîteva specii troglobii, troglofile şi subtroglofile endemice *(Troglopyphantes herculanus, Chthonius* n.sp., *Acicula oltenica, Brachydesmus troglobius, Lithobius pustulatus, Duvalius coiffaiti)*. Alături de aceste araneide, pseudoscorpioni, gasteropode, diplopode, chilopode şi coleoptere trăiesc numeroşi acarieni, izopode, oligochete şi colembole.

Unele avene au pe traiectul puțului de acces platforme stîncoase cu depozite de umplutură, asemănătoare ca structură cu cele din bază, în care trăiesc elemente endemice remarcabile. De exemplu, în Banat au fost găsite diplopodul — probabil troglobiu — *Orobainosoma hungaricum orientale* și araneidul troglofil *Centromerus drescoi*. Cu cît aceste platforme sînt mai la suprafață, deci în zona cu meroclimat asemănător celui vestibular din peșterile orizontale, speciile cavernicole sînt mai rare iar cele endogee mai frecvente și mai abundente. Pe pereții de la intrare acoperiți de un strat subțire și discontinuu de sol umed, înverziți de mușchi, hepatice și ferigi, se dezvoltă o faună alcătuită din colembole, izopode, miriapode, arahnide, adulți și larve de diptere. Numai intrările avenelor cu pereții nuzi din carstul neîmpădurit sînt practic azoice. Iarna, avenele larg deschise și puțin adînci sînt uscate de aerul rece și îngheață, iar fauna dispare. Rezultă că porțiunea puțurilor de acces prevăzută sau nu cu platforme și aflată sub influența directă a climatului exterior reprezintă o zonă cu toate fazele de tranziție, un ecoton.

Biocenoza planșeelor din zona profundă. În condițiile climei temperate această biocenoză ocupă planșeele stalagmitate, argiloase, nisipoase sau nude, avînd diferite resturi organice distribuite neuniform, precum și nișele și fisurile din pereții zonei de profunzime a peșterilor orizontale în care domnește un meroclimat de stabilitate. Este vorba de complexul „rocă-argilă-concrețiuni" despre care A. V a n d e l (1964) afirmă că alcătuiește „un ansamblu din care în zadar ai încerca să separi diferitele elemente", că „acest complex constituie biotopul caracteristic al troglobiilor", că „fantele locuite de troglobii sînt ușor accesibile omului, căci ele sînt situate la cîțiva cm de suprafață".

Dacă în ce privește fisurile superficiale toți autorii cad de acord că sînt frecventate și utilizate de troglobii pentru constanța maximă a factorilor de mediu — cel puțin în perioada reproducerii —, despre rețeaua de fisuri profunde, inaccesibile cercetării directe, părerile sînt diferite. Unii autori presupun că stadiile larvare ale majorității troglobiilor trăiesc și se dezvoltă efectiv în această rețea, deoarece se întîlnesc rar în peșteri; că zona profundă a unei peșteri e cu atît mai bogată în troglobii cu cît este mai bine racordată la faimoasa și mult discutata rețea inaccesibilă, după ei adevăratul mediu al troglobiilor și poate chiar al unor „ultratroglobii" total necunoscute pentru că nu părăsesc niciodată aceste fante. Sînt ipoteze tentante, dar ipoteze. Singurul fapt cert este confirmarea existenței rețelei de fisuri ca mediu de viață prin rezultatele cercetărilor privind fluctuațiile sezoniere a numărului de animale din peșteri în funcție de variațiile climatice (C. J u b e r t h i e 1969, M. C a b i d o c h e 1969, Gh. R a c o v i ț ă 1971—1978, B. D e l a y 1978 etc.) care au pus în evidență migrația unor specii de coleoptere din peșterile accesibile omului spre părțile inaccesibile și invers, migrații legate de variațiile climatice manifestate la nivelul indivizilor prin cele microclimatice. Factorii climatici susceptibili de a juca un rol în această dinamică a populațiilor cavernicole au fost grupați de Gh. R a c o v i ț ă (1973) în *factori regulați*, rezultînd dintr-o evoluție ciclică a topoclimatului și *factori neregulați* ocazionali (de ex. viiturile) care, avînd adesea un caracter sezonier, pot perturba pe cei regulați.

Succesiunea de emigrații și imigrații din și în spațiul peșterilor constituie, după acest autor, mecanismul cel mai important prin care se realizează fluctuațiile de efectiv ale populațiilor cavernicole din această biocenoză

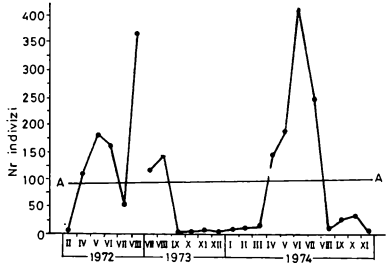


Fig. 37. Variația numerică lunară a populației de *Drimeotus kovacsi vichmanni* în Peștera cu Apă în Valea Leșului: *A—A'*, tendințe de lungă durată (După Gh. Racoviță, 1978)

(fig. 37). Autoreglarea efectivelor ar corespunde unei stări de echilibru dinamic între peșteri și rețeaua de fisuri, echilibru care tinde să asigure în fiecare din aceste două teritorii dimensiuni staționare și în același timp optime pentru populația respectivă. Intervenția oricărui factor climatic poate constitui prin urmare un element de perturbație determinînd concentrarea animalelor fie în rețea, fie în peșteră. Cînd variațiile microclimatice sezoniere sînt prea mici pentru a determina fluctuații de efectiv se poate manifesta o periodicitate reproductivă (maximul sezonier care apare în acest caz se datorește de regulă tot variațiilor microclimatice care, oricît de mici, sînt suficiente pentru a modifica viteza și durata ovogenezei, a dezvoltării embrionare și postembrionare, deci întreg ciclul reproductiv). Existența fenomenului de autoreglare la nivelul populației globale (adică a efectivului existent în întreaga zonă de percolație dintr-un masiv carstic) este posibilă, dar e o ipoteză ce trebuie confirmată. După Gh. Racoviță, la acest nivel nu ar mai putea fi vorba, în principiu, de fluctuații de efectiv cauzate de o succesiune de migrații, ci de variații ale densității avînd la bază modificări cantitative apărute în ciclul biologic al animalelor, respectiv în rata mortalității și în curba de supraviețuire.

Substratele trofice din zona profundă variază de la o peșteră la alta, atît calitativ cît și cantitativ. Ele constau din materie organică vie (argilă și mondmilch conținînd o microfloră bogată etc.), materie organică moartă de natură vegetală (lemn putred, frunze și detritus) adusă de apele de infiltrație și de rîurile subterane, sau de natură animală alohtonă și autohtonă (dejecții și cadavre cu mucegaiuri). În unele peșteri se adaugă materie organică antropică (resturi alimentare, diverse materiale introduse de om), soluri și nisipuri cu resturi vegetale etc.

Fauna troglobie, relativ săracă în indivizi și puțin diversificată este atrasă de acumulările de materie organică depusă la întîmplare pe roca nudă, acoperită de crustă stalagmitică sau de argilă, concentrîndu-se în locurile umede care le oferă microclimatul preferat. În acest mozaic de substrate populate de specii cavernicole nu se pot delimita biotopi și biocenoze pentru că nu există specii caracteristice pentru fiecare din aceste substrate, ci numai pentru întreaga zonă de profunzime. Neavînd nici una din calitățile unui sistem biologic (caracter informațional, integralitate, program, echilibru dinamic, heterogenitate internă și autoreglare prin conexiune inversă) și avînd o durată destul de limitată în timp trebuie considerate ca părți componente, inseparabile, ale ecosistemului zonei de profunzime. Fac excepție numai acumu-

lările importante de guano de liliac, în care se dezvoltă o faună caracteristică, constituind o adevărată biocenoză specializată cu structură mult simplificată, cu totul particulară printre cenozele cavernicole.

Fauna care populează zona profundă nu e compusă aproape numai din elemente troglobii cum încă se mai afirmă în unele lucrări. În cele 118 peșteri din Banat studiate pentru biocenozele de planșeu (Ș t. N e g r e a și A. N e g r e a, 1977) trăiesc 186 de specii, din care 43 caracteristice (23%), 29 preferante (16%) și 114 străine (61)%. Dacă speciile troglobii nu domină prin numărul de specii și de indivizi, în schimb constituie elementul caracteristic biocenozei prin constanța și frecvența lor. Într-adevăr, din cele 43 specii caracteristice 33 sînt troglobii (30 endemice). Printre ele există specii de gasteropode *(Daudebardia cavicola)*, pseudoscorpioni *(Neobisium brevipes, N. minutum)*, araneide *(Nesticus cernensis, Porrhomma profundum)*, izopode *(Trichoniscus infernus)*, diplopode *(Trachysphaera orghidani, Bulgarosoma ocellatum, Anthroleucosoma banaticum, Trichopolydesmus eremitis, Typhloiulus mehedintzensis)*, chilopode *(Lithobius decapolitus, L. dacicus)*, colembole *(Onychiurus closanicus)*, coleoptere *(Banatiola vandeli, Sophrochaeta racovitzai, Duvalius milleri, D. herculis)*. Restul speciilor caracteristice sînt troglofile, printre care oligochetul *Dendrobaena rubida rubida*, opilionidul *Paranemastoma silli*, izopodul *Androniscus roseus roseus* și diplopodul *Trachyphaera costata*. Speciile preferante aparțin aceloraşi grupe, majoritatea fiind troglofile, unele endemice. Cît despre speciile accidentale provin dintre troglofilele, subtroglofilele, trogloxenele și guanofilele din biocenozele învecinate. Așa dar, deși zona profundă nu aparține în exclusivitate troglobiilor, aproape numai ele constituie elementul caracteristic al acestei biocenoze.

Principalele particularități ale biocenozei planșeelor din zona de profunzime a peșterilor din regiunile temperate pot fi formulate după cum urmează:

— Zona profundă și biocenoza sa alcătuiesc *un ecosistem individual caracterizat prin prezența speciilor troglobii*. În raport cu majoritatea celorlalte ecosisteme terestre hipogee și epigee, ele se remarcă prin relativa lor simplitate structurală și energetică.

— Biocenoza zonei profunde se caracterizează de regulă printr-o *diversitate ecologică relativ mare pentru un mediu extrem și printr-un efectiv realtiv mic*, încadrîndu-se la limită în primul principiu biocenotic al lui *A.* T h i e n e m a n n. Acesta e cazul peșterilor mijlocii și mari, cu substrate variate, din masivele împădurite ale Banatului, în care multe specii troglobii și troglofile au populații prospere, deci care se realizează la maximum în biocenoză conferindu-i un grad pronunțat de stabilitate în cadrul limitelor variației normale a valorilor factorilor climatici și alimentari. Există însă și peșteri a căror biocenoze au un număr restrîns de specii, lipsite deci de o asemenea stabilitate și care nu se încadrează în principiul amintit.

— Factorii abiotici care acționează la nivelul zonei profunde sînt mai puțin numeroși decît în ecosistemele epigee. Variind între limite mai restrînse, aceștia acționează în special ca factori de selecție, consituind o barieră în calea pătrunderii speciilor în profunzimea peșterii. *Dacă acești factori de mediu extremi, limitanți și cu caracter selectiv determină structura biocenozei, constanța relativă a valorilor acestor factori timp îndelungat îi conferă o stabilitate* care permite desfășurarea unei activități permanente.

— Repartiția neuniformă a populațiilor biocenozei zonei profunde și dinamica lor nu este atît rezultatul factorilor de mediu (care sînt relativ constanți), cît a celui trofic și a comportamentului diferit al speciilor. În

alcătuirea acestei biocenoze intră multe specii detritivore, de o mare diversitate filetică, care au găsit în acest mediu extrem condiții preferențiale. În majoritatea peșterilor din Banat de exemplu, tocmai lanțurile trofice cu detritivore sînt cele mai importante din punct de vedere calitativ și cantitativ. Lanțul cu specii fitofage lipsește din cauza întunericului care împiedică dezvoltarea plantelor verzi. În absența producătorilor fotosintetizanți, producția primară a biocenozei este realizată cu ajutorul chimiosintezei, prin bacterii autotrofe. În afara resurselor trofice alohtone, speciile folosesc resurse autohtone ca limonul, argila (uneori amestecată cu rendzine ca în peșterile din Munții Aninei și Locvei) și mondmilchul, toate conținînd multe substanțe organice, bacterii, actinomicete, ciuperci microscopice, protozoare etc. *Rezultă că avem de-a face cu un ecosistem incomplet, avînd lanțuri trofice mult simplificate, scurte, dependent în mare măsură de activitatea ecosistemelor de la exterior* care-i furnizează materia organică moartă pentru speciile saprofage și coprofage; că ciclul trofic al biocenozei se realizează prin organisme autotrofe sau heterotrofe (limivore, microfage, detritivore, coprofage, carnivore); că unele lanțuri trofice încep prin materie vegetală sau animală moartă, consumată de detritivore, iar altele prin microfloră chimiosintetizantă consumată de microfage; în fine, că există trei nivele trofice principale: cel al producătorilor (microorganisme autotrofe); cel al consumatorilor primari (specii microfage, detritivore, coprofage); cel al consumatorilor secundari (specii zoofage) de gradul I și mai rar de gradul II (fig. 38).

—Ecosistemele cavernicole terestre sînt în schimb permanent de materie și energie cu cele endogee și epigee cărora le sînt tributare, *ele sînt deci ecosisteme deschise, în echilibru dinamic*. Schimbul de substanțe organice, de endogee stricte și eucavernicole este mai evident în masivele carstice fisurate și împădurite avînd un strat gros de humus și sol, iar deschiderile peșterilor orientate spre nord (exemple: peșterile Comarnic, Buhui, Ponor-Plopa, Gaura Haiducească din Banat). Din contra, schimbul este foarte redus în peșterile deschise în versanții denudați. Fauna lor e săracă, lipsită de troglobii, adesea distrusă periodic de viituri.

— Ținînd seama de toate cele afirmate pînă aici rezultă că ecosistemele cavernicole terestre, chiar și cele dotate cu un grad mai pronunțat de stabilitate, au o rezistență mică la acțiunea perturbantă a unor factori externi. Dacă totuși biocenozele multor peșteri rezistă peste vreme, aceasta nu este atît rezultatul unei homeostazii funcționale cît al constanței în timp a condițiilor de existență. *Dat fiind această fragilitate față de intervențiile din afară, se impune protecția faunei subterane împotriva tuturor acțiunilor necontrolate ale omului*, oricît de neînsemnate ar părea. Atît colectarea abuzivă de faună cavernicolă cît și exploatarea turistică intensă duc la dispariția inevitabilă a cavernicolelor. Coleopterul *Pholeuon prosperpinae glaciale*, de pildă, a dispărut din sala „Biserica" a Ghețarului de la Scărișoara (din 1963 n-a mai fost găsit) ca urmare a intensificării circulației turistice în sala amintită (Gh. Racoviță, 1978). Transformările climatice ca urmare a circulației vizitatorilor sau amenajărilor ce schimbă regimul de ventilație duc la modificări în ciclul biologic al speciilor, la distrugerea lor. Introducerea unor specii poate provoca o competiție interspecifică, defavorabilă troglobiilor. Defrișările masivelor carstice împădurite pot duce la uscarea și degradarea solului și împuținarea faunei endogee, la scăderea resurselor alimentare introduse de apa de infiltrație în peșteri. Rezultă de aici *necesitatea creării de*

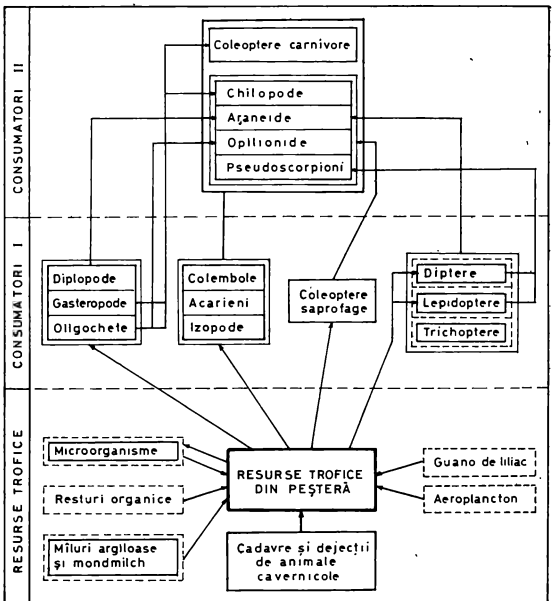


Fig. 38. Resursele alimentare și lanțurile trofice din mediul terestru al Peșterii Topolnița. Cadre din linii neîntrerupte: origine autohtonă; din linii întrerupte: origine alohtonă[1] (După P. Hodorogea, 1976, modificat de St. Negrea)

rezervații biospeologice închise turismului care să cuprindă nu numai peștera ci și întreg masivul în care e săpată.

— Biocenozele cavernicole terestre se succed spre faza de climax. Organismele pionere, neconstituite în asociații permanente, încep prin a popula depozitele de umplutură din peșterile active, de îndată ce acestea se formează. Ulterior, în paralel cu evoluția peșterilor (care trec în continuare prin fazele subfosilă și fosilă, uneori cu reveniri temporare), se constituie biocenoze cavernicole din ce în ce mai bine conturate, caracterizate printr-un meroclimat $\pm$ constant și prin populații troglobionte și troglofile tot mai stabile, mai prospere. În cele din urmă, colmatarea treptată cu concrețiuni, argilă sau guano determină modificarea mediului și accelerarea succesiunii de bio-

cenoze pînă ce umplutura anulează spațiul vital și peștera dispare. Factori perturbanți pot interveni lent sau brutal întrerupînd parțial sau total evoluția în orice fază.

Biocenoza guanoului. În multe din peșterile României există cantități apreciabile de guano de liliac. Peștera lui Adam de la Băile Herculane, Peștera Mare de la Merești, Peștera Liliecilor de la Bistrița și cea de la Gura Dobrogei sînt cele mai cunoscute. Depozitele de guano constituie un mediu foarte specializat, cel mai bine delimitat în spațiu dintre toți biotopii cavernicoli, oferind condiții de existență cu totul particulare pentru biocenoza care-l ocupă.

Cantitatea de guano variază după cum peștera adăpostește colonii de lilieci mai mari, mici sau numai lilieci izolați. Guanoul reprezintă un biotop foarte eterogen ca structură, natură și vechime, atît la suprafață cît și în grosimea depozitelor din una și aceeași peșteră. Stratele subțiri discontinui sau groase pînă la cîțiva metri ca și movilele nelipsite de sub colonii, conțin guano afînat sau tasat, umed sau uscat, provenit de la lilieci insectivori (în peșterile din zona temperată), insectivori, frugivori, nectarivori, polenivori și piscivori (în peșterile intertropicale), vechi și năpădit de mucegaiuri sau împrospătat de coloniile în plină activitate, amestecat sau nu cu sol și argilă etc. Depozitele situate în zona cu meroclimat de perturbație suportă variații însemnate de umiditate, temperatură și pH.

Guanoul constituie un substrat trofic foarte hrănitor pentru cavernicole. Într-un gram de guano uscat de la suprafață luat din Peștera Topolnița s-au găsit 1556 milioane bacterii, 19 milioane actinomicete și 8 000 ciuperci microscopice, iar în orizontul de la 10—20 cm 10 milioane, 20 milioane și respectiv 826 000 (P. H o d o r o g e a, 1976).

Biocenoza care ocupă un asemenea biotop este o sinuzie, adică o biocenoză simplă, săracă în specii dar foarte bogată în indivizi. Cu alte cuvinte este valabil al doilea principiu biocenotic al lui A. T h i e n e m a n n. Cele mai multe specii guanofage derivă din speciile coprofage care frecventează microcavernele (N. L e l e u p, 1956). Ele nu caută mediul cavernicol, ci hrana. Istoric n-au nimic cu peșterile, deci nu pot fi socotite elemente eucavernicole. „Băgată (plongé) într-o masă imensă de materii alimentare ... guanobia ignoră biologic că se află într-o peșteră", scria R. J e a n n e l (1926) în limbajul său plastic.

În structura biocenozei intră acarienii (variate specii, de regulă net dominante), colembolele (hipogastruride, onichiuride, entomobriide), și dipterele (cu precădere musca de guano, *Helomyza atricornis*). Într-o măsură mult mai mică intră coleopterele saprofage, microlepidopterele (tineide), oligochetele (lumbricide, enchitreide), izopodele (porcilionide, cilisticide, trichoniscide), diplopodele, gasteropodele (specii de *Oxychilus*), precum și unele specii carnivore de araneide, litobiide, stafilinide, histeride, carabide etc. Numărul speciilor guanobii (care își desfășoară întreg ciclul biologic în guano) este relativ mic. Se poate cita, în afară de numeroși acarieni, colembolul *Mesachorutes ojcoviensis*, dipterul *Helomyza atricornis* sau coleopterul *Atheta subcavicola*. Cele mai multe specii ale biocenozei sînt guanofile; numărul lor e cu atît mai mare, cu cît deschiderea peșterii e mai mare și ventilația mai bună. Troglobiile evită guanoul acumulat sub colonii. Totuși, la peticele de guano vechi și umed pot fi întîlnite specii de diplopode, izopode și coleoptere batisciine care-l consumă.

Studiile întreprinse în peșterile bănățene au arătat că densitatea maximă de indivizi, indiferent de specia dominantă și de caracteristicile guanoului, se realizează în primii 3—5 cm de la suprafață, după care urmează o scădere bruscă a numărului; rareori colembolele și coleopterele depășesc orizontul de 20 cm, iar acarienii 30 cm (A. Negrea și Șt. Negrea, 1971). Pe orizontală repartiția este de asemenea neuniformă din cauza heterogenității guanoului. Adesea se pot delimita cu ușurință suprafețe ocupate preferențial de anumite specii dominante. Dar nu numai în spațiu (pe verticală și orizontală) ci și în timp guanoul și, odată cu el, biocenoza sa suferă modificări însemnate. De îndată ce colonia de lilieci părăsește peștera pentru o perioadă sau intră în hibernare, guanoul pierde din cantitatea de amoniac, devine ușor alcalin, mucegăiește la suprafață, începe procesul de învechire și tasare. Ca urmare, lanțurile trofice simple se simplifică și mai mult, densitatea speciilor amatoare de guano proaspăt scade rapid, unele elemente dispar. În schimb apar alte specii de acarieni, colembole, larve de diptere și coleoptere amatoare de guano învechit. Prin urmare, în funcție de prezența sau absența coloniilor de lilieci biocenoza guanoului suportă transformări radicale, o adevărată succesiune de biocenoze. Odată cu reapariția coloniei (respectiv ieșirea din hibernare) ciclul ecologic este reluat.

În țara noastră există o biocenoză a guanoului cu totul particulară, aproape unică în lume (P. Strinati a descris în 1953 o biocenoză oarecum asemănătoare din Spania). Este vorba de Peștera lui Adam de la Băile Herculane care, sub influența apelor termale din masivul în care e săpată, a devenit o adevărată oază biospeologică de tip tropical (temperatura în jur de 30°C iarnă și vară, umiditatea relativă 98—100%, colonie imensă de *Rhinoplophus euryale*, depozit de guano gros de peste 3 m) populată de o biocenoză extremă (V. Decou, A. Negrea și Șt. Negrea 1974; V. Decou și M. Tufescu 1976). Această biocenoză reprezintă un caz limită pentru cel de al doilea principiu al lui Thienemann, deoarece o singură specie de acarian, *Uroactinia* cf. *coprophila*, realizează în sala cu guano 97% din efectivul întregii biocenoze alcătuită din 12 specii de acarieni, colembole, diptere și coleoptere (la periferia depozitului dinspre baza avenului de acces mai trăiesc încă vreo 18 specii aparținînd acestor grupe și altora). Într-un asemenea ecosistem puțin diversificat cantitatea de informații este redusă (funcția lui Shanon indică o diversitate de numai 0,443 biți), iar organizarea este extrem de simplă (două nivele trofice, unul principal al saprofitelor-guanofage și altul secundar al zoofagelor-guanofage și numai 7 specii cu importanță în lanțurile alimentare (fig. 39). Datorită valorilor ridicate de temperatură și umiditate (principalii factori limitanți), a structurii și organizării simplificate a biocenozei de guano, Peștera lui Adam reproduce în mic cele mai importante trăsături ale tipului climatic și biologic de peșteră tropicală cu pungă de aer cald.

5.3.2. ECOSISTEME SUBTERANE ACVATICE

Domeniul subteran acvatic cuprinde medii variate, unele extrem de vaste. Denumirea și clasificarea lor diferă mult de la autor la autor. După o succintă prezentare a mediilor acvatice hipogee și fauna lor, se tratează numai ecosistemele acvatice cavernicole.

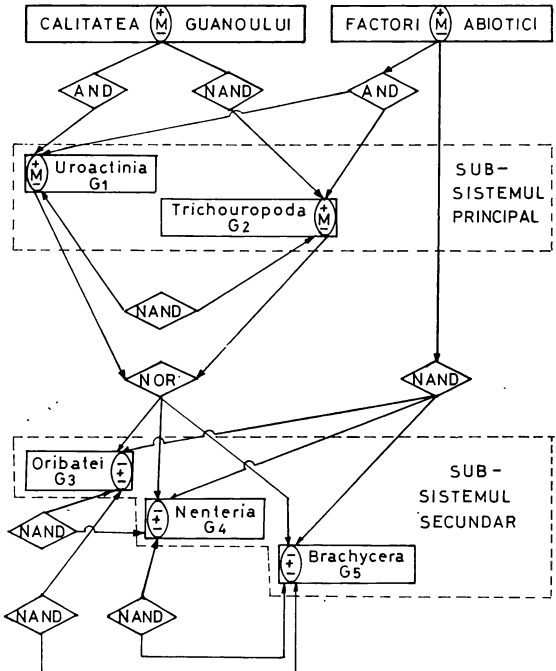


Fig. 39. Model logic al reglării numerice a populațiilor guanofage principale din biocenoza cu guano a Peșterii lui Adam. AND, NAND și NOR operațiuni logice simple folosite în tehnica de calcul pentru *Uroactinia*, *Trichouropoda* și respectiv subsistemul secundar. M: valori medii, ∓ valori maximale și — valori minimale. G1—G5 guanofagele 1—5
(După M. Tufescu și V. Decou, 1977)

5.3.2.1. MEDIILE SUBTERANE ACVATICE

În clasificarea lui E. Racoviță (1907), alături de mediile hipogee terestre figurează pînzele freatice. L. Cuénot (1932) adaugă „spațiile obscure pline cu apă din conductele de alimentare a orașelor" și fundul lacurilor profunde. R. Husson (1960), referindu-se la biotopii amfipodului

Niphargus, deosebește: peșteri, pînze freatice din aluviuni, izvoare, resurgențe, fîntîni, fundul lacurilor subalpine și cavități subterane artificiale. C. Motaș (1962), definind freatobiologia ca nouă ramură a limnologiei, precizează limitele freatonului (a biocenozei pînzelor freatice în care include și pe cea a biotopului hiporeic definit de T. Orghidan în 1955) și ale psamonului (pe care-l limitează la fauna din nisipul plajelor marine litorale și a celor lacustre). A. Vandel (1964) distinge următoarele medii lichide: peșterile marine (care cuprind o faună destul de variată, dar care n-a suferit modificări importante); rîuri subterane; fundul lacurilor, în special a celor subalpine (deși R. Jeannel în 1926, a observat că în acest caz nu-i vorba de o faună subterană, ci de una obscuricolă); mediul interstițial epigeu (nisipul plajelor marine, al lacurilor dulci și al estuarelor salmastre) și hipogeu (nisipul depus de rîurile subterane, pînzele freatice, pînzele subterane parafluviale); izvoarele (mediu limită între domeniile subteran și epigeu) și resurgențele.

Ocupîndu-se de „mediul lichid și cavernicolele acvatice" A. Vandel aplică terminologia folosită în cazul biocenozelor epigee: neustonul (de fapt epineustonul pentru că e vorba de colembole); planctonul (cel din rîuri constituit exclusiv din organisme epigee antrenate, în special copepode, cel din apele stagnante și din ciclopide și termosbenacei subterani); fauna higropetrică (în sensul folosit de T. Orghidan, M. Dumitrescu și M. Georgescu, 1961) sau petrimadicolă (utilizat de F. Vaillant) care populează pelicula de apă ce șiroiește pe pereții din profunzime (planarii, nematode, oligochete, amfipode) sau pe cei de la intrare, înverziți de alge și mușchi (infuzori, rabdoceli, nematode, oligochete, rotiferi, tardigrade, copepode); fauna torenticolă (vertebratele *Proteus anguinus* în carstul dinaric și *Euproctus asper* în cel din Pirinei, crustacei din genul *Niphargus* și *Asellus*, etc.); ape subterane stagnante și slab curgătoare (pîraie și lacuri de diferite mărimi, bălțoace cu mîl sau detritus vegetal, gururi etc.), care sînt adevăratul biotop al troglobiilor acvatice.

Trecînd la „mediul interstițial și fauna freatobie", A. Vandel precizează că fauna care populează pînzele freatice a fost denumită freatobie (de către C. Motaș) iar cea care ocupă pînzele parafluviale, hiporeică (de către T. Orghidan). Fauna din biotopul hipotelminoreic (zone umede, nămoloase sau argiloase acoperite de frunzar, humus și ierburi și irigate de firicele de apă) descris de M. Meștrov (1962) este de asemenea interstițială, dar net diferită de fauna freatobie. Aceste medii interstițiale (freatic propriu-zis, hiporeic și hipotelminoreic) conțin forme atît de numeroase și variate, adesea asemănătoare celor din peșteri, încît S. Karaman (1954) a mers pînă la negarea existenței unei faune cavernicole acvatice veritabile. Această poziție este exagerată deoarece există crustacei și vertebrate care n-au populat niciodată mediile interstițiale, în nici o perioadă din istoria lor, ele trecînd direct din apele de la suprafață în rîurile și lacurile subterane. A. Vandel ajunge la concluzia că nu se pot trasa limite precise între diferitele medii interstițiale și nici între faunele epigee, interstițială și cavernicolă acvatică.

C. Delamare Debouttevillc (1971) deosebește următoarele „medii acvatice": peșterile marine; mediul interstițial — de la nisipurile marine și lacustre pînă la cele depuse de rîurile subterane în peșteri — după el „un singur mediu" populat de o faună acvatică originală, caracterizată printr-un „singur stil biologic" (exemplificat prin sincaride, ingolfielide, microcerberide și microparaselide); terenuri permeabile în mare (caz limită

a celor permeabile în mic); izvoare (mediu lipsit de faună caracteristică din punct de vedere subteran); mediu hipotelminoreic; zonele de percolație din masivele carstice (de care va mai fi vorba).

5.3.2.2. FACTORII ECOLOGICI AI DOMENIULUI SUBTERAN ACVATIC

Cei mai importanți factori de mediu care acționează asupra faunei cavernicole acvatice din peșterile noastre sînt: obscuritatea; temperatura; debitul, viteza și nivelul apei; conținutul în oxigen și în materii organice; hrana.

Obscuritatea și **temperatura** sînt factori comuni cu ai mediului hipogeu terestru. S-a vorbit deja despre ei. Se poate adăuga numai că apa subterană are o temperatură în general inferioară celei a aerului din aceleași locuri, diferența atingînd pînă la un grad, se presupune, din cauza evaporării; ea crește cu adîncimea. Organismele acvatice par să prefere apele reci. De pildă, optimul termic al amfipodului *Niphargus* este de 8—14°C, iar limitele letale —0,5 și +24,5°C.

Debitul, viteza și nivelul apei sînt trei elemente diferite ale *regimului hidrologic*. În terenurile permeabile în mare, adică în carst, apele de ploaie sînt absorbite imediat prin fisuri, traversează zona de percolație pînă la nivelul de curgere oblică. Dacă volumul de alimentare depășește pe cel al capacității de curgere, nivelul zonei înecate crește inundînd galeriile peșterii, parțial sau total. Ca urmare se produce un amestec al faunei acvatice din diferiți biotopi, iar cea terestră, surprinsă, e înecată. Rezultă că variațiile de debit fac ca întinderea domeniului acvatic să fie foarte variabilă în spațiu și timp, viiturile în special acționînd ca un important factor limitant.

Chimismul apelor carstice este foarte important din punct de vedere hidrogeologic și mineralogic. El este responsabil de săparea peșterilor (prin coroziune) și de colmatarea lor (prin concreționare). Apele din masivele calcaroase conțin mult calciu și de aceea sînt încrustante. Cantitatea de săruri dizolvate variază în raport cu pH-ul apei, care în general este neutru sau slab alcalin. Între conținutul în calciu, alcalinitate și pH există relații strînse. E posibil să fie o legătură între variațiile sezoniere ale acestor factori și dinamica faunei acvatice. Conținutul în oxigen are valori comparabile cu cele ale apelor epigee, în cazul torentelor subterane atingînd saturația. Cum plantele lipsesc din peșteri, prezența oxigenului este explicată printr-o dizolvare pasivă la suprafața de contact dintre apă și aer și prin activitatea biologică foarte slabă (utilizarea oxigenului dizolvat pentru fermentații sau respirație e foarte mică). Materiile organice dizolvate în apă, deși în cantitate mică, nu lipsesc din apele subterane (1 mg de oxigen la litru față de 2—4 mg în apele epigee). Ele provin mai ales din dejecții și din descompunerea animalelor și plantelor moarte. În timpul verii cantitatea sporește datorită spălării solurilor de la exterior de către apa de ploaie.

Resursele alimentare sînt foarte diversificate. Apele de suprafață aduc o însemnată cantitate de hrană; în special apele de infiltrație vin încărcate cu tot felul de materii organice (sol amestecat cu resturi minerale de lemn putred, bucățele de mușchi și frunze, ba chiar și animale mărunte ca dafnii, ciclopi, melci mici, larve de insecte etc.), care ajung în apele subterane curgătoare sau stagnante. Rîurile aduc și ele bușteni, crengi, frunze, semințe, surse importante de hrană pentru organismele acvatice. O parte din guanoul liliecilor ajunge de asemenea în apă și se depune pe fund. Mîlul (limonul) argilos de pe fundul diferitelor bazine cu apă din peșteri este consumat de

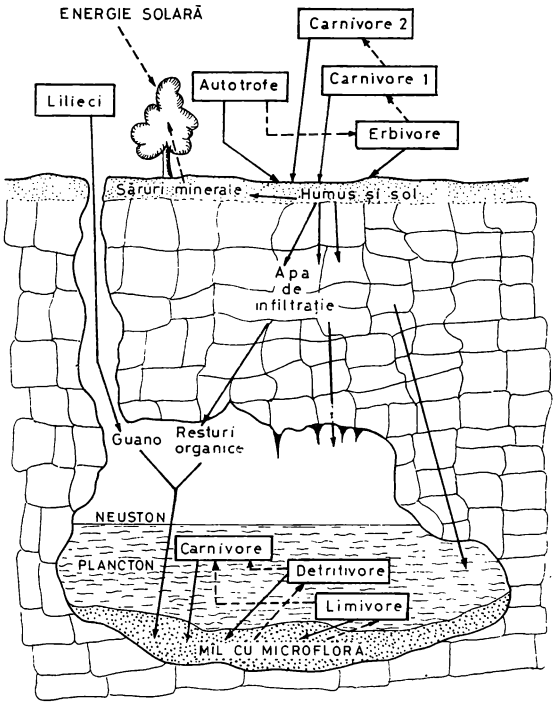


Fig. 40. Principalele relații trofice dintr-un sistem cavernicol acvatic. Săgeata continuă descompunere; săgeata întreruptă: utilizare (original)

diferite animale, fiind foarte hrănitor; el conține materii organice variate, bacterii (10—250 milioane într-un gram de mîl uscat), ciuperci microscopice, protozoare, oligochete, nematode, aminoacizi și chiar vitamine din grupa B. Experiențele lui R. Ginet (1955) au demonstrat că *Niphargus* poate supraviețui și dezvolta ingerînd mîl argilos. Pînă și tinerii *Proteus* îl consumă în primul an de viață (Vandel, 1964). Consumatori de mîl mai sînt și diferite copepode și izopode (fig. 40).

5.3.2.3. CATEGORIILE ECOLOGICE ALE FAUNEI SUBTERANE ACVATICE

Pentru caracterizarea ecologică a faunei acvatice subterane A. Thienemann (1926) a propus înlocuirea prefixului *troglo* folosit pentru categoriile de faună terestră cu cel de *stigo* (de la Styx, unul din rîurile infernului). Ca urmare, în timp ce unii autori întrebuinţează categoriile *stigobiu, stigofil* şi *stigoxen*, alţii, cînd e vorba de fauna acvatică din masivele carstice, preferă termenii echivalenţi troglobiu, troglofil şi trogloxen. De menţionat că nici un animal acvatic nu corespunde categoriei de subtroglofil, deci categoria *substigofil* nu există.

În cazul pînzelor freatice se folosesc categoriile *freatobiu, freatofil* şi *faertoxen* (C. Motaş, 1964) iar în cel al faunei nisipurilor plajelor marine categoriile *psamobiu, psamofil* şi *psamoxen*. Mai sînt şi alţi termeni discutaţi şi precizaţi de C. Motaş (1962), asupra cărora nu insistăm.

Depigmentarea, anoftalmia şi alte caractere morfologice sau fiziologice adaptative întîlnite la troglobiile terestre se găsesc deopotrivă la cele acvatice. Ele au fost studiate în special pe crustacei (amfipode, izopode) şi pe *Proteus*.

5.3.2.4. ECOSISTEME CAVERNICOLE ACVATICE

Dacă se ia în consideraţie apele subterane din carst, se deosebesc, după Cvijić (1918), trei zone (nivele) principale: *zona superioară sau de percolaţie temporară*, în care apele meteorice se infiltrează prin reţeaua de fisuri şi apar în peşteră sub formă de picături sau şiroiri parietale încărcate cu substanţe organice şi faună măruntă, pentru a se aduna în alveolele stalagmitelor şi în bazine cu apă stagnantă (în special în gururi şi lacuri de baraj avînd forme şi volume foarte variate, cu pereţi şi fundul de calcit pe care s-a depus mîl argilos); *zona mijlocie sau amfibie*, de scurgere, în care apa circulă permanent sau temporar, sub formă de pîraie sau rîuri, spre emergenţă; ele pot lăsa pe planşeul peşterilor, după viituri sau în perioadele de secetă, diferite bazine cu apă stagnantă (felurite acumulări pe argilă şi pe planşeul stalagmitat, marmite cu depozite mîloase pe fund) şi pot fi însoţite de aluviuni („plaje" nisipoase, petrişuri) îmbibate cu apă; *zona inferioară sau a carstului înecat*, în care apa practic stagnează în reţeaua de fisuri şi în galerii submerse, inaccesibile omului. În ce priveşte ultima zonă, B. Delay (1978) deosebeşte un *volum dinamic*, în mişcare spre emergenţă (ieşirea apei subterane la zi) şi un *volum profund* care participă la alimentarea emergenţelor numai în măsura în care are un schimb de apă cu volumul dinamic, deci indirect. Rezultă că, filtrînd apa galeriilor înecate (accesibile numai rareori, în unele puncte, prin nivelul mijlociu) şi cea a emergenţelor, fauna iubitoare de ape calme şi profunde nu poate fi capturată, deci cunoscută. Din această clasificare hidrogeologică şi ecologică mai rezultă că, numai o parte din mediile acvatice cavernicole fiind direct accesibile, unele biocenoze acvatice subterane sînt încă şi mai puţin cunoscute ca cele terestre.

Biocenozele acvatice din zona de percolaţie temporară. La nivelul peşterilor, această zonă corespunde galeriilor şi sălilor fosile, aflate în diferite stadii de colmatare cu concreţiuni, argilă sau guano, în care apa de percolaţie se adună, după cum am arătat, în tot felul de escavaţii de natură şi formă diferite, existente pe pereţi şi pe planşeu. Fauna acestor biotopi e alcătuită din protozoare, copepode, planarii, amfipode şi, mai rar, din izopode şi batinelacee. Efectuînd experienţe ingenioase, R. Rouch (1968), B. Delay

(1978) și alți biospeologi francezi au demonstrat că populațiile de nevertebrate acvatice din zona superioară ocupă atît biotopii din peșteri, cît și rețeaua de fisuri în care există rezerve de apă permeante. Populațiile din peșteră reprezintă așadar o parte din întregul efectiv al populațiilor respective. Ele pot fi izolate sau în strînsă relație cu cele din rețeaua de fante, putîndu-se chiar stinge dacă aportul de hrană se oprește iar rezervele se termină. Mărimea lor variază de la cîțiva indivizi la cîteva mii, uneori cu dominanța stadiilor tinere, alteori cu cea a adulților. Populațiile din rețeaua inaccesibilă (copepode, izopode, sincaride, oligochete etc.) pot fi studiate prin filtrarea apei de percolație la nivelul stalactitelor ce alimentează gururile, a capetelor de stalagmită sau a prelingerilor parietale; ele pot avea valori absolute mult mai importante ca cele din peșteri, iar prezența stadiilor de dezvoltare în asemenea probe a dus la concluzia că ritmurile de reproducere sînt o realitate și în acest biotop.

L. Botoșăneanu (1971) ajunge la concluzii asemănătoare pentru peșterile din Banat (cel mai bine studiate la nivel biocenotic din țara noastră) și menționează speciile caracteristice pentru zona de percolație temporară. Dintre ele citățm oligochetul *Pristina menoni*, copepodele *Speocyclops lindbergi* și *Parastenocaris banaticus* și ostracodul *Pseudocandona* sp. identificate numai în probele colectate din această zonă. Cît despre fauna gururilor, C. Pleșa și Gh. Racoviță (1973) ajung la concluzia că, în timpul secetei, cînd apa din aceste bazine seacă, fauna rezistă multă vreme în interstițiile de sub ele, unde umiditatea persistă vreme îndelungată.

Biocenozele acvatice din zona amfibie. În cazul peșterilor, zona amfibie corespunde galeriilor subfosile și active parcurse de cursuri temporare sau permanente, inclusiv acumulărilor de apă de tot felul ce le însoțesc și apei ce le îmbibă aluviunile. Fauna care populează acești biotopi este adesea foarte bogată, compusă dintr-un amestec de forme cavernicole (troglobii și troglofile), interstițiale și epigee. Cercetările întreprinse de R. Rouch (1968), F. Lescher-Moutoué și N. Gourbault (1970), T.C. Barr și R.A. Kuehne (1971), B. Delay (1978) și alții au dat rezultate interesante. Acum se știe că speciile cavernicole de talie mică formează populații, uneori importante, în aluviunile rîurilor subterane (mai ales de copepode, extrem de bogate în indivizi), cele de talie intermediară cu precădere în apele stagnante (triclade, izopode, amfipode), iar cele de talie mare în rîurile subterane (decapode și pești troglobii, de pildă speciile de *Amblyopsis* din Mammoth Cave). Apele curgătoare sau stagnante ale rîurilor subterane din Pirinei au populații hipogee alcătuite din puțini indivizi, adesea instabile; speciile de talie mică (în special de crustacei), putînd fi ușor antrenate, apar la nivelul emergențelor în timp ce speciile de talie mare, prezente în galerii, nu apar niciodată la zi prin emergențe (ex. *Haplotaxis leruthi* care se poate înfunda în substrat).

Pentru peșterile din Banat, L. Botoșăneanu (1971) indică cîteva specii caracteristice zonei amfibii, găsite exclusiv în cursurile de apă sau în acumulările lăsate de ele *(Dendrocoelum botosananui, Haplotaxis bureschi, Megacyclops viridis, Niphargus puteanus, N. timavi, N. kochianus* și *Synurella ambulans coeca)* și numai una caracteristică pentru apa ce îmbibă interstițiile aluvionare *(Bathynella* cf. *natans)*.

Biocenozele acvatice din zona înecată. Zona carstului înecat este cea mai dificil de abordat fiind practic inaccesibilă studiului direct. Contribuția cea mai însemnată la cunoașterea populațiilor din carstul înecat al regiunilor

temperate a adus-o R. Rouch și colaboratorii săi (1968—1976). Iată, pe scurt, concluziile la care a ajuns studiind sistemul carstic de la Baget (Pirinei). Populațiile zonei înecate ocupă masele de apă, cele mai adesea calme, situate sub nivelul emergentelor, favorabile unor specii înotătoare; e posibil ca la acest nivel să existe sedimente în care fauna să se adăpostească. Populațiile respective au o densitate mare și sînt diversificate numai în carstul regiunilor tropicale unde abundența materiilor organice disponibile, în particular a guanoului, permite menținerea populațiilor de decapode și pești troglobii. În carstul regiunilor temperate (respectiv în Pirinei) metoda filtrării apei emergentelor carstice a dat rezultate bune numai pentru speciile microscopice antrenate pasiv (în timpul viiturilor s-au înregistrat adevărate „hemoragii", între 450 și 600 de mii de harpacticide capturate la o singură emergență!). Speciile de talie mai mare și cele care se pot agăța sau înfunda în substrat nu apar la zi. De aceea, deși unele populații par stabile și importante, nu li se poate determina exact mărimea, densitatea și repartiția spațială.

Datorită lui R. Rouch și L. Bonnet (1978) știm ceva mai mult numai despre „comunitatea de harpacticide" a sistemului carstic Baget. La nivelul fiecărei emergențe studiate de ei populația a dovedit o mare stabilitate calitativă și cantitativă, ceea ce presupune o reală putere de reglare a comunității de harpacticide, o bună stare de echilibru. Din studiul efectuat a mai rezultat că organizarea comunității depinde de structura mediului în ce privește cele 8 specii troglobii și de condițiile topografice în ce privește cele 13 specii de origine epigee. În concluzie, sistemul carstic trebuie să fie considerat de acum încolo ca o unitate funcțională în materie de ecologie subterană.

Carstul înecat din țara noastră n-a fost încă studiat, dar ar trebui. Dovada: filtrarea apei unei emergențe din Defileul Dunării la Svinița (Gaura Fetii) a dat la iveală 15 exemplare de *Parabathynella stygia* (L. Botoșăneanu, 1971).

* * *

Ecosistemele hipogee acvatice, ca și cele terestre, sînt sisteme biologice deschise, tributare celor epigee. Să nu uităm că apa subterană nu reprezintă decît o etapă a circulației apei în natură. Ea pătrunde în sistemele carstice, le irigă și le părăsește prin emergențe. De aceea, studiul energiei ecosistemelor subterane trebuie să ia în considerație, pe deo parte existența aportului exogen, în special al apei, pe de alta, evoluția acestor aporturi în mediul subteran. Piramida alimentară hipogee are aceeași bază ca și cea alimentară epigee; diferă totuși de ultima prin transferul obligatoriu de materie organică de la locurile de producție (epigee) la cele de consum (hipogee). Acumularea netă de materie organică într-un ecosistem hipogeu depinde de bilanțul dintre materia organică introdusă (energia potențială de bază a ecosistemului) și pierderile de energie care rezultă, pe deo parte, din metabolismul ființelor vii hipogee (și uneori epigee), iar pe de alta, din antrenarea în afara sistemului, în principal de către ape, a materiilor organice și a ființelor vii hipogee și epigee (fig. 41).

Ecosistemele domeniului subteran reprezintă medii de viață foarte specializate locuite de o faună de asemenea foarte specializată incapabilă de a trăi în ecosistemele epigee.

Troglobiile nu reprezintă altceva decît rezultatul adaptării, integrării unor populații în biocenozele subterane. Ele au un metabolism redus, o re-

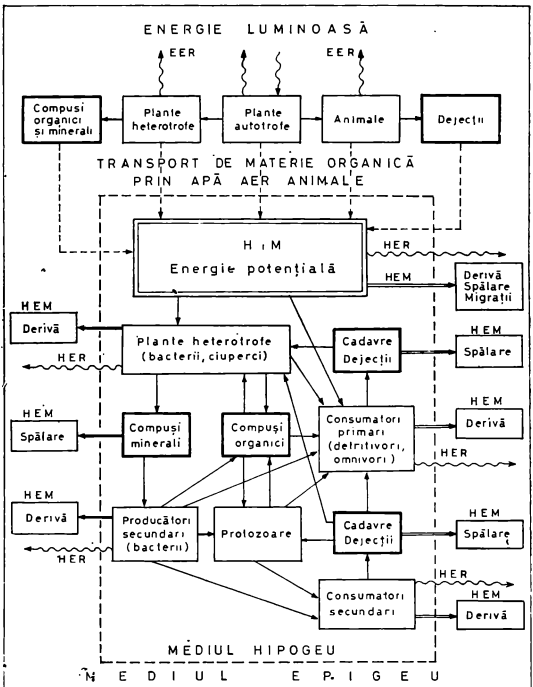


Fig. 41. Transferurile de energie într-un ecosistem subteran, inclusiv modalitățile de cîștig și pierderea energiei. EER: respirația formelor epigee; HER: respirația formelor hipogee; HEM: materii exportate din mediul hipogeu; HIM: materii importate în mediul hipogeu. Săgeată continuă: relații trofice și chimice; întreruptă: transport de materie obligatoriu; dublă: pierderi de materii; ondulată: pierderi legate de metabolism (După B. Delay, 1978, modificat de St. Negrea)

producere lentă și puțin abundentă, adică o capacitate vitală slabă care se potrivește condițiilor de viață din ecosistemele hipogee, caracterizate prin uniformitate și constanță relativă. Aceasta este de altfel și trăsătura fundamentală care conferă domeniului subteran caracteristica de refugiu în care au putut supraviețui pînă astăzi fosilele vii.

6. BIOMUL DELTEI DUNĂRII

Prin delta Dunării se înțelege zona de vărsare a Dunării, situată între paralele nordice 46°42′ și 44°24′ și longitudinile estice 28°14′ și 29°46′. Este mărginită la nord de podișul Bugeacului, spre vest de horstul Dobrogean, iar spre est și sud est de Marea Neagră (fig. 42).

Suprafața totală de 5 240 km². din care 4 340 km² sînt pe teritoriul R.S.R. Este a doua deltă ca mărime din Europa după delta Volgăi (18 000 km²) și înaintea deltei Padului (1 500 km²).

Teritoriul deltei Dunării, unitate de relief recent formată, prin colmatarea unui golf marin transformat în liman, este împărțit în două subregiuni geografice, delta propriu-zisă, situată între brațele Dunării și complexul lagunar, Razelm—Sinoe.

Față de rolul pe care l-au avut în formarea reliefului cei doi agenți principali ca·e au dat naștere deltei, se disting două regiuni și anume, delta fluvială în vest și delta fluvio-maritimă în est.

Cele trei brațe ale Dunării, Chilia, Sulina și Sf. Gheorghe, prin care se varsă în mare, împart delta în trei mari estuare numite impropriu insule, Letea, Sf. Gheorghe și Dranov. Ostrovul Letea este cuprins între brațul Chilia, brațul Tulcea și canalul Sulina. Ostrovul Sf. Gheorghe este cuprins între brațul Sf. Gheorghe și canalul Sulina, iar ostrovul Dranov între brațul Sf. Gheorghe și laguna Razelm.

O altă împărțire a deltei Dunării este aceea de unități stufo-piscicole ca rezultat al amenajării pentru exploatare a două din bogățiile naturale care caracterizează delta: stuful și peștele.

În acest sens în deltă prin amenajare complexă sînt opt mari unități de exploatare care au schimbat aspectul deltei Dunării.

Exploatarea în regim amenajat a atras după sine și schimbări în așezările deltei, conducînd la concentrări de populație cu tendință de urbanizare (Maliuc, Crișani, Pardina, Mahmudia și Sf. Gheorghe).

Odată cu dezvoltarea populației în delta Dunării s-a impus și mărirea suprafeței agricole. Prin aceasta din circuitul normal al deltei au fost scoase suprafețe de teren (Maliuc și Pardina și Rusea) pe care se practică agricultura.

Toate aceste schimbări au influențat puternic atît modul de vehiculare a volumelor de apă cît și transformări evidente asupra vegetației din delta Dunării.

Pe cele trei brațe ale Dunării sînt transportate cantități mari de aluviuni cca 67 miliane tone pe an, care influențează puternic gurile Dunării.



Fig. 42. Harta Deltei Dunării cu ghioluri

Clima deltei Dunării este continentală, cu mari amplitudini de temperatură, media anuală fiind de 11°C.

Precipitațiile anuale sînt în medie 450 mm, precipitații sărace iar umiditatea aerului, în medie 76%, umiditate datorată mai ales evaporației intense din zonă, creează un climat propice dezvoltării unui mozaic de vegetație.

Delta Dunării, considerată un ansamblu de biocenoze și ecosisteme aflate într-o strînsă interdependență și interacțiune, poartă denumirea de biom și este un nivel suprabiocenotic de organizare a materiei vii (N. Botnariuc 1976).

Biomul Deltei Dunării nu poate fi înțeles ca o entitate decît dacă este privit în evoluție, în dezvoltarea sa. Delta se caracterizează printr-o unitate structurală și funcțională evidentă. Este o zonă tînără formată într-un golf marin, aflat în diverse stadii de colmatare, care posedă caracteristici morfologice, pedologice, fizice și chimice specifice. În cadrul biomului Deltei Dunării toate fenomenele se desfășoară pe fundalul contradicției majore sub semnul căreia s-a format și există delta și anume contradicția dintre fluviul Dunărea (fluviu care prin inundațiile periodice, variate, condiționează viața tuturor ecosistemelor) și Marea Neagră (G. Antipa 1910, N. Botnariuc 1967, L. Rudescu și colab. 1965). Interdependența activă dintre ecosistemele deltei este cauzată în primul rînd de interacțiunea condițiilor abiotice, care caracterizează această zonă, cît și de structura biocenozelor instalate. Factorii abiotici pentru toate ecosistemele din zona Deltei Dunării sînt determinați de regimul hidrologic al Dunării, chiar dacă este vorba de o zonă naturală sau o zonă modificată (prin amenajările realizate în scopul valorificării resurselor existente).

Dintre trăsăturile specifice ale ecosistemelor Deltei Dunării și în ultimă instanță a acestui biom se menționează:

— Caracterul inundabil al terenurilor funcție de cota la care sînt situate față de nivelul 0 al Mării Negre. Inundarea periodică determină un ritm de desfășurare specifică vieții întregului biom, ritm în care componența, structura vegetației și faunei, relațiile dintre ele, precum și fenologia speciilor sînt profund afectate;

— Durata inundațiilor, perioada și nivelurile care se ating în aceste zone influențează puternic producția biologică, precum și căile prin care se realizează. Sînt influențate relațiile dintre grupele de producători primari — fitoplanctonul, macrofitele submerse și emerse, ducînd în ultimă instanță la modificarea organizării biocenozelor respective;

— Inundarea terenurilor facilitează atît o circulație intensă a substanțelor minerale și a organismelor în toate ecosistemele cît și o îndepărtare a straturilor de apă bogate în H_2S. Astfel o serie de zone terestre și palustre în timpul inundației preiau temporar funcția de producție primară a mediilor acvatice mai adînci. Producția secundară a ecosistemelor terestre depinde într-o măsură importantă de producția primară și secundară a ecosistemelor acvatice. Această trăsătură a biocenozelor sau a grupărilor de biocenoze de a îndeplini temporar funcția prin care permite existența altora dar și influențînd caracterele specifice structurale și funcționale devine extrem de importantă pentru trăsătura esențială a biomului Dunării și anume *„Integritatea lui"*. În această accepțiune succesiunea ecologică în ecosistemele Deltei Dunării se datorește nu numai interacțiunii în timp și spațiu a elementelor interne ale ecosistemelor ci și ca rezultat al interacțiunii cu ecosistemul determinant, Dunărea.

Un factor important este permeabilitatea, care rezultă ca o consecință esențială a raportului dintre suprafața mare și adîncimea pe de o parte și volumul ei relativ mic pe de altă parte. Un exemplu îl constituie cantitatea de energie luminoasă care pătrunde pînă la fundul apei și care reprezintă un factor determinant al dezvoltării plantelor.

În acest sens N. Botnariuc stabilește în 1967 că la valori ale indicelui de transparență mai mici decît 0,2, macrofitele acvatice nu se dezvoltă.

Gradientul energiei luminoase depinde însă de caracteristicile fizice ale apei. Ne referim la suspensii organice sau anorganice (suspensii minerale aduse de Dunăre) dar și organisme dezvoltate în apă.

Integrarea dintre Dunăre și diversele ecosisteme se realizează mai ales prin gîrle și canale care pot fi asimilate cu „canalele schimbului de informație". Structura canalelor de comunicație, lungimea, adîncimea, forma și poziția față de baltă și porțiunea adiacentă a fluviului (care poate determina poziția curenților, vegetația precum și repartiția ei) influențează puternic desfășurarea vieții în ecosistem. În cadrul fiecărui ecosistem al deltei, în funcție de condițiile de mediu, de biotipul existent, se dezvoltă o biocenoză caracteristică.

Componenta de bază a tuturor acestor biocenoze o constituie producătorii primari — plantele. Ponderea cea mai mare o au macrofitele reprezentate de characee, briofite, pteridofite și spermatofite.

Relațiile care s-au stabilit între vegetație și mediu în urma modificării condițiilor de viață în zonele amenajate și semiamenajate, modificări care au avut ca scop extinderea asociațiilor vegetale (a fitocenozelor), cu valoare industrială, au scos în evidență o serie de aspecte legate de consecințele acestor modificări asupra biocenozelor. Crearea unor condiții favorabile pentru dezvoltarea unei asociații implică apariția unor condiții de mediu modificate pentru celelalte asociații prezente.

În ecosistemele deltei se poate distinge interdependența care există între factorii abiotici și componenta vegetală a biocenozelor. Deși procesele sînt corelate, funcționînd pe sistemul conexiunii inverse pentru a evidenția mai bine fenomenele ce apar, se studiază în mod special mai întîi efectul factorilor abiotici apoi influența exercitată de organisme asupra biotopului lor.

Principalele ecosisteme întîlnite în Delta Dunării (N. Botnariuc 1960, 1976), L. Rudescu ș.a. 1965, D. Radu, 1971) sînt:

Brațele dunării, canale, gîrle, lacuri, japșe, plauri, terenuri inundabile, grinduri, nisipuri, pajiști de luncă, păduri de sălcii, pădurile Letea și Caraorman, avandelta.

6.1. BRAȚELE DUNĂRII

Brațele Dunării alcătuiesc ecosisteme dependente de fluviu.

Începînd de la canalul Izmail (ceatalul Chilia), Dunărea se ramifică în două brațe: brațul Chilia, care se îndreaptă spre nord și brațul Tulcea cu direcția spre est. După 17 km brațul Tulcea se subdivide la ceatalul Sf. Gheorghe în două brațe, unul care taie delta prin mijloc, Sulina, și altul care se îndreaptă spre sud, Sf. Gheorghe.

De la brațele principale pornesc ramificații numeroase, așa numitele brațe secundare, cu alte ramificații mai mici care determină în interior numeroase delte mici. Cel mai mare debit de apă îl întîlnim pe brațul Chilia (66%),

debitul cel mai scăzut fiind pe brațul Sf. Gheorghe (16%) de altfel și brațul cel mai puțin antropizat. În funcție de stadiul de antropizare se instalează și există multiplele biocenoze din ecosisteme. Adîncimile brațelor Dunării variază în funcție de zonă. Astfel brațul Chilia are adîncimi cuprinse între 1—1,5 m la Stari Stambul și 34 m în dreptul satului Plaurul. Malurile brațului Chilia sînt formate din grinduri aluvionare, exceptînd sectoarele de străpungerea grindurilor Chilia și Jibrieni-Letea, unde întîlnim formațiuni continentale loessoide și marine nisipoase. Adîncimea brațului Sf. Gheorghe este foarte mică, astfel încît nu permite navigația cu vase de tonaj ridicat. Malurile brațului Sf. Gheorghe sînt săpate în formațiuni aluvionare (cu excepția zonei Nufărul Bălteni și Mahmudia, unde se întîlnesc rocile dure din care sînt alcătuite culmile Beștepe). Brațul Sulina are adîncimi care variază între 7 și 12 m sub nivelul Mării Negre. Este brațul cel mai amenajat și neramificat, astfel încît în unele sectoare malurile au fost consolidate cu peree de ciment (de remarcat că este singurul braț navigabil pentru vase cu pescaj marin pînă la 10 000 tone). Malurile sînt săpate în aluviuni cu excepția sectorului Crișan, unde traversează capătul de nord al grindului Caraorman format din nisipuri cochilifere.

— În timpul inundațiilor de primăvară Dunărea aduce pe brațele sale ape cu caracteristici fizico-chimice specifice, valori crescute ale principalelor elemente trofice (azot, fosfor etc.). Sînt prezente în apă aluviuni ale căror cantități variază anual între 80 000—300 000 tone.

Vara caracterul chimic al apelor Dunării nu se schimbă în aceeași măsură cu cele ale apelor stagnante. Scăderea nivelului apelor din brațe, mai ales în perioada anterioară amenajărilor Deltei determină o schimbare pronunțată a caracterului chimic datorită influenței apei înmagazinate în lacuri, ghioluri, japșe. Amenajarea numeroaselor zone mai ales în partea de amonte a deltei, și funcționarea hidrologică diferită a acestor unități, a dus la apariția de zone cu caractere specifice diferite de cele ale brațelor Dunării.

Datorită vitezei mari pe care o au apele din brațele Dunării, de circa 6 km/h în perioada inundațiilor, plantele superioare nu se pot instala pe șenal. Apariția lor este posibilă numai în golfurile liniștite ale brațelor, unde întîlnim asociații vegetale din grupa *Potametum-Nymphoidetum* ș.a. În lipsa macrofitelor, producătorii primari ai șenalului sînt constituiți de către, fitoplancteri, dintre care dominanți sînt cloroficeele cu genurile *Pediastrum*, *Scenedesmus* și *Closterium*, iar dintre diatomee *Navicula*, *Gyrosygma*, *Tabellaria*, *Fragillaria*, *Asterionella*, *Pinnularia* etc. Au mai fost întîlnite specii de alge albastre — care în ultima vreme sînt foarte frecvente, datorită influenței urbanizării și industrializării localităților riverane dunărene.

În apele brațelor Dunării s-a format un adevărat potamoplancton, unde apar și speciile eupelagice (și unde dominant este zooplanctonul format în special din rotiferi și crustacei) asemănătoare cu cea din zona Dunării superioare.

Fauna de nevertebrate a Dunării inferioare cuprinde o serie de animale caracteristice, ca de exemplu: amfipodele reprezentate exclusiv prin forme de origine marină ponto-caspică — specii de *Chaetogammarus*, *Dikerogammarus*, *Pontogammarus*, *Corophium* — care lipsesc în rîuri (cu excepția unei scurte porțiuni din Prut). Mai întîlnim specii reofile ca *Iaera sarsi*, *Cordylophora caspis*, *Dreissena polymorpha*, precum și polichetele *Hypania invalida*, *Manayunkia caspica*. Dintre speciile lentofile putem cita misidele, cumaceele și

adacnidele. Dintre nevertebratele primare dulcicole există unele proprii Dunării care lipsesc în rîuri, cum sînt turbelariatul *Dendrocoelum romanodanubialis*, gasteropodele *Fagotia acicularis* și *Theodoxus fluviatilis*.

După lucrările publicate de R u s s e v 1959—1960 cit. de C. S. A n t o n e s c u 1967 pe Dunărea inferioară se pot distinge mai multe biocenoze, dintre care menționăm biocenozele litorcofile considerată cea mai bogată biocenoză (70,6 g/mp), biocenoza psamoreofilă care este cea mai săracă 0,119 g/mp), biocenoza argiloreofilă, biocenoza argilopsamoreofilă și biocenoza peloreofilă.

Peștii în stare juvenilă se hrănesc cu elemente ale planctonului sau cu verigile care au folosit planctonul. Dintre cele mai importante specii care pot fi întîlnite pe brațele Dunării menționăm crapul *(Cyprinus carpio)*, șalăul *(Lucioperca lucioperca)*, somnul *(Silurus glanis)*, avatul *(Aspius rapax)*, cega *(Acipenser ruthenus)*, viza *(Acipenser nudiventris)*, scrumbia de Dunăre *(Alosa pontica)*, sturioni marini ca morunul *(Huso huso)*, nisetrul *(Acipenser güldenstaedti)* și păstruga *(Acipenser stelatus)*. Se mai întîlnesc obleții *(Alburnus alburnus)*, sabița *(Pelecus cultratus)*, morunașul *(Vimba vimba)* etc.

Brațele Dunării reprezintă pentru speciile enumerate mai sus locurile de reproducere sau de viețuire a puieților care folosesc din plin planctonul existent în ele. În afara sturionilor și scrumbiilor, celelalte specii de pești intră în diferitele zone ale Deltei Dunării, în gîrle și canale unde își petrec restul vieții, constituind de fapt fondul piscicol de valorificare. Legătura dintre brațele Dunării și restul detelei este făcută de canale și gîrle care constituie ecosisteme diferite, dar dependente într-o mare măsură de ecosistemul determinant, Dunărea.

6.2. CANALELE

Ecosistemele pe care le întîlnim din această categorie se împart în ecosisteme dominant influențate de Dunăre, de fapt de brațele ei și ecosisteme care datorită factorilor antropici își reglează activitatea în mare parte a anului funcție de zona de amenajare unde sînt situate. Majoritatea canalelor și gîrlelor au suferit modificări prin rectificarea malurilor, adîncimii lor (necesare mai ales pentru utilizarea lor în transportul stuficol sau valorificarea piscicolă).

Marile canale ca Litcov, Perivolovca, Șontea, Pardina, Păpădia, Impuțita, Magearu etc. își păstrează o adîncime medie cuprinsă între 0,70—2,5 m, permițînd circulația navelor pe tot traseul lor. Fiind în majoritate cu maluri drepte, au un curent puternic, fapt care păstrează caracterul biologic al fluviului; schimbarea apare în momentul în care curentul se micșorează, ceea ce permite instalarea vegetației submerse.

În aceste canale mari se instalează asociații de *Potametum*, *Ceratophylletum*, *Nymphetum* sau *Trapetum*. Slab dezvoltate datorită curentului sînt verigile fitoplanctonului și zooplanctonului, comparativ cu cele pe care le întîlnim în zonele inundabile. Nectonul este reprezentat de specii răpitoare de pești, dintre care menționăm știuca și bibanul. În adăposturile formate de rădăcinile puternice ale sălciilor întîlnim și somnul.

Gîrlele puțin adînci se caracterizează prin dezvoltarea puternică a producătorilor primari formați atît din macrofite cît și din fitoplancteri. Dominantă este vegetația submersă și plutitoare, care în perioada de vară poate acoperi întreg luciul de apă, el căpătînd în unele cazuri caracter stagnant.

Odată cu explozia vegetației are loc și o dezvoltare puternică a faunei fitofile. Planctonul canalelor este direct influențat de zonele limitrofe în cazul zonelor amenajate din Delta Dunării, zone care își pot îmbogăți verigile existente.

Dintre principalii producători care ocupă luciul apei, menționăm *Stratiotes aloides* — rizacul, gazdă deosebită pentru pontele de gasteropode și hirudinee, apoi *Trapa natans* caracteristică pentru gîrlele vechi, dar în care păstrează un foarte slab curent de circulație al apei. Din vegetația submersă amploare mare capătă speciile de *Potamogeton, Myriophyllum, Ceratophyllum, Elodea*. Gîrlele care își întrerup definitiv circulația apei în timpul verii se acoperă cu specii de *Lemna minor, Lemna gibba, Lemna trisulca, Azolla, Cladophora Spyrogira*.

Dezvoltarea puternică a producătorilor primari asigură pentru o perioadă o bună oxigenare a apei dar și o sărăcire pronunțată a elementelor trofice, ducînd la o micșorare a celorlalte verigi trofice atît din plancton cît și din bentos. Această explozie de vegetație face ca spre toamnă apele din gîrle să fie încărcate cu substanțe organice rezultate din descompunerea cantităților mari de vegetație care cad pe fundul apei.

La deschiderea circulației ecosistemul gîrlelor va influența puternic celelalte ecosisteme, determinînd pentru unele verigi condiții nefavorabile de viață. De reținut că în timpul unui an gîrlele pot prezenta aspecte biologice diferite în funcție de direcția curentului și nivelului apelor, de perioada de stagnare (datorată în unele cazuri întreruperii legăturilor cu Dunărea sau cu canalele mari).

6.3. GHIOLURILE — LACURILE

Lacurile prezente în Delta Dunării ocupă porțiunile cele mai adînci de pînă la 4 m. Dintre cele mai cunoscute lacuri citățm *Tatanir, Merhei, Puiu, Roșu, Obretin, Fortuna, Matița, Dranov, Isacova, Gorgova*. În funcție de sursa de alimentare și de posibilitatea primenirii volumelor de apă, ghiolurile, termenul sub care sînt de altfel cunoscute lacurile în deltă, se împart în ghioluri bine alimentate în tot timpul anului, insuficient alimentate și ghioluri care și-au întrerupt legătura cu Dunărea. Lacurile, ecosisteme cu maturitate puțin avansată (Botnariuc 1976), prezintă o serie de caracteristici structurale specifice: luciu mare de apă liberă, adîncimi relativ mari (2—4 m), agitația frecventă a volumului de apă din cuvetă datorită vîntului, transparență redusă prin aducerea continuă de suspensii, cantități reduse de biomasă vegetală, plancton dezvoltat. Datorită mișcării continue a masei de apă procesele de mineralizare sînt deosebit de intense, în special la ghiolurile care păstrează legătura cu fluviul, datorită oxigenării active a apei, fapt care determină și o slabă colmatare.

Producția primară este asigurată mai ales de fitoplancton și de macrofite submerse, iar la marginea lor de macrofite emerse.

În aceste ghioluri se dezvoltă în mod deosebit fauna bentonică și zooplanctonul, care creează condiții favorabile dezvoltării nectonului. Dintre cele mai importante și dominante specii submerse găsim dezvoltate Characeele *(Charetum tomentosae, Nytellospidetum obtusae)* ca și *Ceratophylletum demersi, Potametum pectinati*.

Întreruperea temporară sau totală a legăturii cu Dunărea duce la influențarea puternică a ghiolurilor, cel mai adesea determinînd colmatarea

organică a lor prin dezvoltarea explozivă a vegetației. Aceasta atrage după sine scăderea capacității biologice a ghiolurilor; numărul speciilor de pești micșorîndu-se, scade ritmul procesului de mineralizare facilitînd trecerea spre un nou ecosistem, acel al japșelor.

6.4. JAPȘELE

Ecosisteme cu caractere biologice foarte diferite de la un sezon la altul, se caracterizează prin oscilații puternice ale nivelului de apă, ducînd în ultimă instanță la situații de desecare temporară.

Dominanți sînt producătorii primari, care acoperă întreaga suprafață a apei. Dintre speciile care se instalează frecvent în asemenea ecosisteme menționăm pe cele de *Lemna, Stratiotes, Myriophylum,* înconjurate de asociațiile de *Scirpo — Phragmitetum, Carecetum* etc.

Datorită volumului redus de apă și dezvoltării excesive a vegetației, procesele de mineralizare merg mult mai încet, favorizînd intensificarea ritmului de colmatare organică și trecere spre un alt ecosistem, acela al terenurilor inundabile.

O consecință importantă a dezvoltării excesive a vegetației o reprezintă împiedicarea dezvoltării peștilor, verigă esențială în valorificarea resurselor naturale ale deltei.

Mai ferite de pericol sînt ochiurile de apă mai adînci, cu o colmatare mai puțin activă. Și acestea sînt supuse invadării cu vegetație submersă și emersă, iar lipsa intervenției factorului antropogen poate duce la evoluția către terenuri inundabile colmatate.

6.5. APELE SALMASTRE

Sînt ecosisteme puternic influențate de mediul marin avînd o salinitate inferioară Mării Negre. Dintre acestea citățm lacurile Razelm și Sinoe. Regimul apelor este hotărît de legăturile cu Dunărea și de intensitatea vînturilor care aduc apă din mare în anumite anotimpuri.

Acest mediu este caracterizat prin o faună și floră mai mult sau mai puțin eurihalină.

6.6. TERENURILE INUNDABILE

Marea majoritate a deltei este alcătuită din ochiuri de apă și terenuri care se găsesc la cote cu puțin peste cota 0 rMN, fapt care face ca în tot timpul anului să existe un strat de apă peste aceste terenuri și care permite dezvoltarea unei anumite vegetații.

Ne referim la întinsele stufării ale deltei, tezaur economic dar și piscicol. Dominanta ecosistemului o constituie producătorii primari alcătuiți din vegetație microfitică capabilă să influențeze puternic zonele limitrofe prin interrelațiile existente (fig. 43, 44 A).

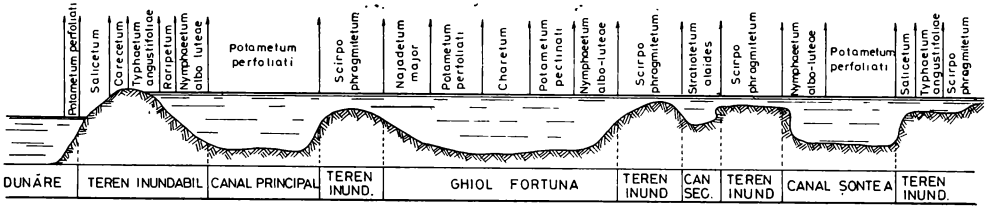


Fig. 43. Profil de vegetație în zona semiamenajată Sontea-Sireasa

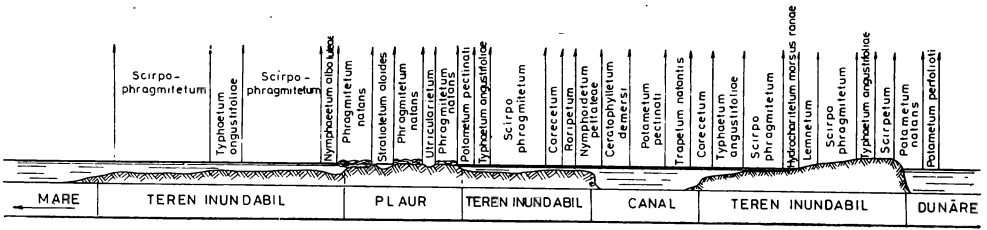


Fig. 44. A.Profil de vegetație în zona cu regim liber de inundație Roșu-Busurca

Dintre asociațiile cel mai puternic dezvoltate pe aceste terenuri menționăm *Scirpo — Phragmitetum*, cu o pondere de 70% față de suprafața totală a Deltei Dunării însoțite de *Typhaetum angustifoliae, Carecetum, Scirpetum* sau *Phragmitum natans* — plaurul (fig. 44 B). Mai puțin dezvoltate sînt însă verigile existente în fito- și zooplancton, ca urmare a activității intense desfășurate de masa vegetală bine reprezentată de speciile acvatice și palustre din cadrul acestor asociații.

Amenajările efectuate în Delta Dunării au avut ca scop principal extinderea asociațiilor de interes economic. Dar intervenția în echilibrul biologic al ecosistemelor fără înțelegerea intimă a proceselor poate duce la dispariția unora din asociații sau la consecințe mult mai grave asupra grupării de ecosisteme.

Astfel analiza factorilor care influențează răspîndirea asociațiilor vegetale pe terenurile inundabile ne duc la concluzia că:

— în zonele aflate în regim liber de inundație, răspîndirea asociațiilor este strict condiționată de factorii naturali de mediu. Suprafețele ocupate sînt mult mai mici decît cele pe care se întîlnesc în zonele amenajate, iar intervenția factorilor artificiali ca de ex. recoltarea mecanizată, circulația intensă a vehiculelor și pășunatul pot provoca efecte mult mai mari decît în zonele amenajate în condiții normale de exploatare. Circulația continuă a apei determină în aceste zone o constanță a parametrilor, în special cei hidrochimici și pedochimici, ceea ce duce la un conservatorism pronunțat comparativ cu zonele amenajate. În zonele amenajate, pe terenurile inundabile se creează posibilitatea dirijării volumelor de apă în sensul creării unui sistem dinamic cu multe faze: perioada de inundare, perioada de retenție (care corespunde cu perioada de vegetație intensă, adică în mai, august) și perioada de desecare. Această modificare atrage după sine crearea unui mediu lentic în care o serie de asociații vegetale găsesc condiții propice de dezvoltare în dauna altora. Desecarea terenurilor la o cotă inferioară, care să permită uscarea terenurilor și introducerea utilajelor de recoltare, determină și mineralizarea mai intensă a materialului vegetal mort. Prin aceasta gradul de colmatare organică scade, fapt care duce la încetinirea trecerii spre ecosisteme de uscat.

Această oscilație puternică a nivelului de apă se răsfrînge inevitabil și asupra celorlalte biocenoze, a căror instalare este de scurtă durată și care nu pot influența pregnant ecosistemul în totalitate. Asociațiile vegetale din terenurile inundabile constituie un adăpost important al nectonului mai ales în perioada de vară dar reprezintă și un suport important al perifitonului și faunei fitofile.

6.7. PLAURII

Formațiuni vegetale alcătuite din pături plutitoare de rizomi de *Phragmites communis*, plaurii constituie adevărate covoare plutitoare cu numeroase biocenoze instalate pe ele.

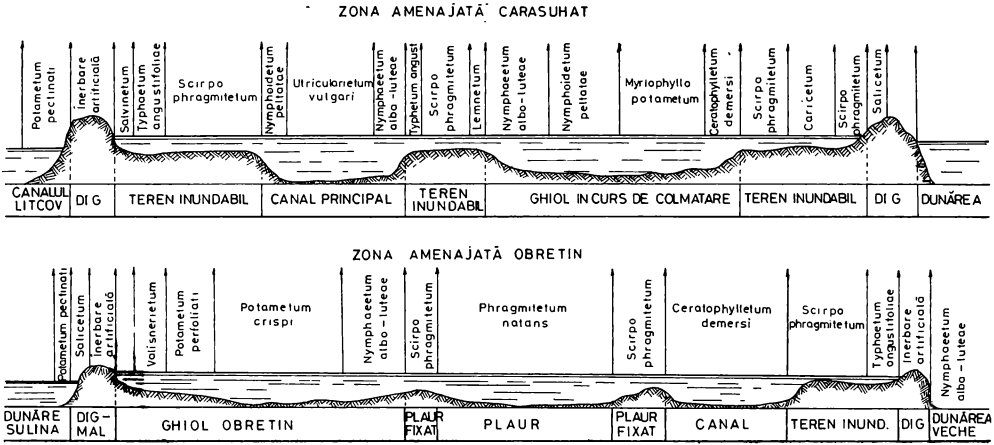


Fig. 44 B. Profile de vegetație în zone amenajate.

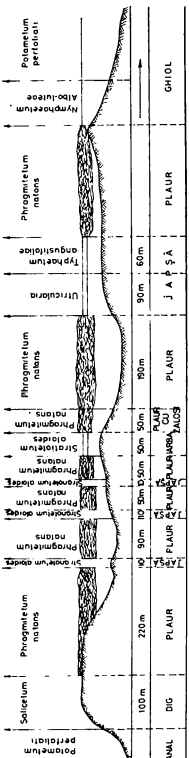


Fig. 45. Profil de vegetație prin zona de plaur Pardina

Asociația cea mai importantă care caracterizează plaurii este *Phragmitetum natans* în desișul căreia își găsesc stabilitate biocenoze caracteristice (fig. 45).

Cercetările efectuate asupra plaurilor între anii 1960—70 au arătat că grosimea, lor ca pătură de rizomi variază între 0,80—2,0 m. Sînt plasați deasupra unui facies variat caracterizat prin mîl aluvionar, sapropelic sau nisipos în funcție de zona unde sînt situați. Stratul de apă care se găsește sub pătura de rizomi variază între 0,20 m și 1,50 m.

Plaurul constituie pentru o serie de animale caracteristice deltei Dunării un refugiu ideal sau un loc de clocit favorabil.

6.8. GRINDURILE

De natură aluvionară, ele reprezintă malurile actuale și cele vechi ale Dunării și brațelor sale. În general sînt acoperite cu păduri de sălcii, în cazul în care și-au păstrat oarecum caracter de mlaștină, sau nu au vegetație arborescentă dacă fenomenele de colmatare au fost prea puternice. Multe din aceste terenuri sînt folosite acum pentru agricultură sau construcții, astfel încît asupra lor s-au produs importante modificări care au determinat apariția altor ecosisteme.

Mai importante sînt însă grindurile eoliene formate din loess și din nisipuri marine. Primele sînt cele mai vechi, fiind considerate rămășițe ale vechiului continent sarmatic ca de pildă grindurile Chiliei și Stipoc. Cele formate din nisipuri marine, mai noi și mai numeroase ca primele, sînt în general orientate nord-est, ele răsfirîndu-se în deltă ca un evantai ca ex. Caraorman și Letea. Grindurile sînt puțin primitoare mai ales cele nispioase, cu o faună săracă și foarte puține specii de plante.

6.9. PAJIȘTILE DE LUNCĂ

Aceste ecosisteme sînt alcătuite din complexe de biotopi, dintre care se ridică porțiunile rar inundabile, cu asociații de *Cynodon dactylon* dominant pe soluri aluvionare, nisipoase, slab sau mediu humificate, uscate, cu straturi freatice situate la adîncime mare.

Taluzurile dinspre depresiunile grindurilor, cu nivelul apei freatic situat aproape de suprafață, frecvent inundate, cu asociațiile de *Agrostis alba, Carex divisa, Poa palustris* în amestec cu diverse plante. Solurile sînt aluvionare gleizate, cu textură nisipo-lutoasă și lutoasă.

Suprafețele plane ale grindurilor de pe marginea gîrlelor din interiorul deltei suferă inundații frecvente și de lungă durată au stratul de apă situat la suprafață și sînt acoperite cu asociația de *Glyceria aquatica* și *Agrostis alba*. Solul este puternic gleizat și mlăștinos. De asemenea vom întîlni pajiști fixate pe substrat nisipos (nisipuri fixate, semifixate și mobile, ca și în depresiunile dintre dune). În aceste zone sînt dominante asociațiile de *Apera spica venti* — dominant, asociația de *Bromus squarrosus* și *Secale silvestre*. Solurile nisipoase sînt mai puțin evoluate, slab humificate, slab înțelenite, formate din nisipuri marine, constituite în condițiile unui strat acvifer situat la o adîncime mai mare de 1,5—2 m.

6.10. PĂDURILE DE SĂLCII

Acestea apar pe malurile Dunării sau ale gîrlelor ce s-au format din aluviunile aduse de Dunăre sau de gîrle și canale. Pe fîșiile înguste astfel formate cresc 9 specii de sălcii, din care menționăm pe *Salix triandra, S. fragilis, S. alba, S. herbacea, S. purpurea* și plopul alb *(Populus alba)*. Aceste păduri se numesc zăvoaie.

Pe maluri și grinduri mai înecate apar sălcii mai mici, formînd așa numitele zăloage, compuse aproape exclusiv de salcia cenușie (*Salix cinerea*). Aceste zăloage servesc de multe ori ca loc de cuibărit pentru stîrci galbeni, egrete mici, țigănuși, cormorani pitici și stîrci de noapte, formînd vestitele colonii mixte de clocit.

Astăzi pădurile de sălcii din zăvoaie sînt înlocuite prin plantații de plop superior, care au un randament economic superior (încrucișarea între plopul canadian și negru).

O importanță deosebită au pădurile Letea și Caraorman ce s-au format pe grindurile nisipoase cu același nume. Ele prezintă un amestec de diferite esențe ca stejar, frasin, plop (alb, negru și tremurător), salcie albă și răchită, măr și păr sălbatic, tei și alun, la care se adaugă un subarboret bogat, format din porumbel, păducel, măcieș, voinicel, dracilă, lemn cîinesc, corn, sînger, călin, cătină albă, roșie. Foarte caracteristice sînt plantele agățătoare, unele dintre ele consituind adevărate liane, ce au un aspect de vegetație tropicală, înalte pînă al 25 de metri ca: vița sălbatică, iedera, hameiul, carpenul și volbura. Între acestea liana *Periploca graeca* este cea mai interesantă: de origine mediteraniană își atinge aici răspîndirea cea mai nordică din Europa.

Pe grindurile nisipoase apar de multe ori tufișuri mai întinse sau mai mici de cătină albă sau roșie *(Tamarix germanica* sau *Hipophae rhamnoides)*.

6.11. AVANDELTA

Este o zonă situată în fața gurilor Dunării și se extinde la nordul și la sudul acestora fiind puternic influențată de apele Dunării iar în ultima vreme de numeroasele amenajări efectuate în deltă.

Salinitatea variată a apelor din această zonă determină schimbări continue care influențează deosebit biocenozele care se intalează.

Împotmolirea accentuată care se petrece în această zonă determină apariția de golfuri mici numite melele sau musuri în care biocenozele planctonice sau bentonice, conțin atît forme marine cît și forme de apă dulce.

Bogăția de hrană care apare ca rezultat al interacțiunii dintre Dunăre și mare permite prezența unui număr mare de pești marini și dulcioclі care găsesc aici locuri favorabile depunerii icrelor. Căderea permanentă pe fundul apei a organismelor vegetale și animale planctonice, mai ales a celor de apă dulce care pier la o salinitate de 15% NaCl., a determinat dezvoltarea importantă a bancurilor de scoici din genurile *Mytilus* și *Modiola*. Aceste depozite formează o bază nutritivă favorabilă pentru sturioni iar dintre aceștia mai ales morunul.

Cantitățile de plancton și bentos, ce se formează în aceste zone sînt superioare celor obișnuite în Marea Neagră. Fitoplanctonul are două dezvoltări maximale primăvara și vara, iar zooplanctonul în iulie și august. În bentos apar două specii interesante de moluște, *Cardium edule major* și *Cardium edule* var. *lamarcki*.

6.12. FAUNA ORNITOLOGICĂ ȘI MAMALOGICĂ A DELTEI DUNĂRII

Delta este și un rai al păsărilor și este foarte bogată și în mamifere. Ea este din acest motiv o regiune de o valoare deosebită cinegetică. Din cele cca 300 de specii de păsări aproape 80 de specii clocesc în deltă, restul trec prin deltă primăvara și toamna la migrație sau vin în deltă ca oaspeți de iarnă. Majoritatea aparțin tipului european însă unele aparțin și altor tipuri ca mediteranean-tropical *(Merops apiastres)*, sau mediteranean, vultur pleșuv sur *(Gyps fulvus)*, vulturul pleșuv alb *(Neophron percnopterus)*, lăcustarul *(Pastor roseus)*, sau mongolic — vultur pleșuv negru *(Aegypius monachus)*, vulturul mic *(Aquila pomarina)*, șoimul dunărean *(Falco cherrug)*, acvila de stepă *(Aquila nipalensis)*, potîrnichea de stepă *(Syrrhaptes paradoxus)*, fîsa pintenată *(Anthus richardi)*, pelicanul comun și creț *(Pelecanus onocrotalus, P. crispus)*, călîfarul roșu *(Casarca ferruginea)*, călîfarul alb *(Tadorna tadorna)*, culicul cu cioc întors *(Recurvirostra avosetta)* și culicul cu picioare de barză *(Himantopus himantopus)*, dropia *(Otis tarda)*, fîsa de cîmp *(Anthus campestris)*.

Tipul chinez este reprezentat prin egrata albă *(Ardeola alba)*, rața țigănească *(Nyroca nyroca)*, lebăda mută *(Cygnus olor)*, lopătarul *(Platalea leucorodia)*, vulturul țipător mare *(Aquila clanga)*, cormoranul mare *(Phalacrocorax carbo)*.

Tipului arctic aparțin păsările de pasaj precum urmează: gîrlița mare și mică *(Anser albifrons* și *Anser erytropus)*, gîsca cu inel pe gît *(Branta bernicla)*, gîsca cu gîtul roșu *(Branta ruficollis)*, sitarul ruginiu de mal *(Limosa lapponica)*, rața montană *(Nyroca marila)*, șoricarul încălțat

(Buteo lagopus), prundărașul gulerat *(Charadrius hiaticula)*, prundărașul de nisip *(Charadrius dubius)*, lupul de mare mijlociu *(Stercorarius pomarius)* și lupul de mare parazit *(Stercorarius parasiticus)*.

Tipului siberian aparțin: huhurezul cu coadă lungă *(Strix uralensis)*, sturzul de iarnă *(Turdus pilaris)*, fundacul polar *(Colymbus articus)*, bodîrlăul moțat *(Mergus serrator)*, bodîrlăul mic *(Mergus albellus)*, rața catifelată *(Oidemia fusca)*, rața neagră *(Oidemia nigra)*, rața sunătoare *(Bucephala clangula)*, rața fluierătoare *(Anas penelope)*, rața cu frigare *(Anas acuta)*, lebăda cîntătoare *(Cygnus cygnus)*, fluierarul negru *(Tringa erythropus)*, fluierarul cu picioare verzi *(Tringa nebularia)*, surda *(Lymnocriptes minimus)*, becațina comună *(Capella gallinago)*, fluierarul mare *(Numenius arquata)*. Interesantă este și trecerea cocorului *(Grus grus)* care poate fi considerat ca o formă de trecere între tipul european și cel siberian.

Dintre mamifere se găsesc în deltă vidra *(Lutra lutra)*, nurca *(Mustela lutreola)*, nevăstuica mare sau hermina *(Mustela nivalis)*, nevăstuica mică *(Mustela ermina aestivea)*, pisica sălbatică *(Felis silvestris)*, vulpea *(Vulpes vulpes melanogaster)*, iepurele *(Lepus europaeus)*, mistrețul *(Sus scrofa attila)*. lupul, foarte rar *(Canis lupus)*, cîinele enot *(Nyctereutes procyonoides)*, bizamul *(Ondathra zibethica)* și nutria *(Myocaster coipus)*. Ultimele trei specii au imigrat în deltă în ultimii 25 de ani.

Delta fiind refugiul unor păsări dispărute din Europa, ca și a unor păsări aparținînd diferitelor tipuri ornitologice și de migrație (5 căi de migrație), delta a fost declarată monument natural, și s-a oprit vînătoarea pentru toate speciile de păsări și mamifere, din anul 1973. Astfel delta a devenit cel mai prețios și important monument natural din Europa, în care cele mai rare animale, dar și o floră și vegetație unică au primit ocrotirea necesară spre perpetuarea lor în viitor.

Astfel țara noastră a știut să onoreze faptul, că este posesorul Deltei Dunării, o regiune unică în felul ei în Europa.

7. ECOSISTEME ANTROPIZATE

Sub această denumire au fost grupate un tip special de ecosisteme, cele care prezintă grade diferite de dependență față de om. Unele dintre acestea — lacurile de baraj și cele de acumulare — sînt create de om, suferind ulterior în mică măsură influența acestuia. Alte ecosisteme sînt formate și permanent dirijate, întreținute de om. În lipsa intervenției sale ele ar degenera treptat, revenind la tipuri naturale de ecosisteme; este cazul iazurilor piscicole și cel al agroecosistemelor. Un tip special îl constituie ecosistemele create și aflate permanent sub supravegherea omului. În absența sa ele s-ar degrada rapid, fiind curînd înlocuite de ecosisteme total diferite. Este cazul iazurilor de epurare a apelor uzate și îndeosebi al ecosistemelor urbane-satele și orașele.

În cele ce urmează vom menține schema de prezentare utilizată la descrierea ecosistemelor naturale, descriind mai întîi ecosistemele acvatice și apoi pe cele terestre.

7.1. LACURI DE BARAJ ȘI LACURI DE ACMUMULARE

Lacurile de baraj și lacurile de acumulare sînt ecosisteme cu trăsături particulare rezultate din condițiile noi în care evoluează biocenozele atunci cînd se barează un curs de apă. Într-adevăr, prin acumularea unui volum de apă, habitatul din zona inundabilă comportă modificări radicale ca urmare a anulării sau diminuării curentului apei, considerat ca factor ecologic. Aceasta are ca rezultat exponențial înlocuirea biocenozelor preponderent reofile prin biocenoze stagnofile. Ansamblul acestor modificări se realizează în cadrul unui proces amplu denumit *succesiune ecologică*. Trebuie să remarcăm însă o mare diversitate de desfășurare și evoluție a acestui proces de succesiune de tipul râu-lac. Aceasta rezultă din relațiile și interinfluențele dintre vechiul și noul ecosistem. De exemplu, luînd în considerație durata de staționare a apei într-o acumulare, C. S. Antonescu distinge două categorii de lacuri artificiale: *lacuri de baraj* în care reținerea apei durează ore sau zile și *lacuri de acumulare* cu o durată a staționării de ordinul lunilor sau anilor.

Un exemplu caracteristic în acest sens îl reprezintă lacurile din sistemul hidroenergetic de pe Bistrița — Carpații Orientali, între care lacul Bicaz este tipic de acumulare, iar lacurile din aval — Pîngărați, Vaduri, Bîtca Doamnei ș.a., sînt lacuri de baraj.

7.1.1.1. FACTORII FIZICI ȘI CHIMICI

În lacurile de baraj de tipul celui de la Pîngărați, datorită adîncimii mici de cca 10—11 m, nu se realizează o stratificare termică tipic lacustră. În lacul Pîngărați, termica este imprimată de temperatura apei evacute din lacul Bicaz de la adîncimea tunelului de aducțiune. Cum acesta este situat la cca 40 m sub cota normală de umplere a Bicazului, temperatura lacului Pîngărați este în general scăzută, cu limite anuale de oscilație între 0—12°C. Adăugînd la aceste condiții o colmatare mai rapidă, comună tuturor lacurilor de baraj, rezultă că biocenozele acestora au o specificitate și stabilitate mai redusă.

Spre deosebire de acest tip, lacurile de acumulare se caracterizează prin biotopi și biocenoze cu trăsături proprii. În această categorie intră marile lacuri deja construite: Bicaz, Vidraru (Argeș), Vidra (Lotru), Firiza ș.a. cărora li se vor adăuga încă 450 lacuri pînă în 1990.

Luînd exemplul Bicazului, datorită adîncimii sale mari de cca 92 m, se realizează o stratificare termică tipic lacustră, funcție de care se distinge spre suprafață o zonă euritermă sau *epilimnion* cu oscilații anuale de la 0 la 24°C; urmează o zonă a saltului termic sau *metalimnion* situată între 35—40 m și o zonă stenotermă sau *hipolimnion*, corespunzătoare adîncimilor sub 40 m, în care valorile termice sînt cuprinse între 4—10°C. Astfel de regim termic, specific pentru majoritatea lacurilor de acumulare, se reflectă în distribuția și compoziția biocenozelor și îndeosebi în intensitatea proceselor metabolice ale hidrobionților. Tot ca urmare a regimului termic, se realizează bianual două faze de stagnație și circulație a masei de apă, ceea ce contribuie la recircularea elementelor biogene și prin aceasta la accelerarea proceselor de sinteză sau mineralizare a materiilor organice.

În ceea ce privește oxigenarea apei lacurilor de acumulare, acest proces se află, pe de o parte într-o dependență fizică, dată fiind solubilitatea oxigenului în apă în funcție de temperatură, iar pe de altă parte într-o dependență biochimică și chimică, exprimate prin consumul gazului în procesele de respirație a organismelor și mineralizare a substanțelor organice. Funcție de aceste interferențe, concentrația oxigenului în lacurile de acumulare, reprezintă un indicator sintetic al proceselor biologice dintr-un lac, a îmbogățirii sale în organisme, a stadiului de evoluție trofică. Distingem în acest sens lacuri bogate în oxigen, aflate în stadiul oligotrof și lacuri cu oxigenare scăzută sau chiar absentă, ajunse la eutrofizare. Evident, între aceste două extreme sînt numeroase tipuri intermediare.

O altă caracteristică a lacurilor de acumulare o reprezintă oscilațiile mari de nivel, datorate modificării sezoniere a raportului dintre debitul de apă acumulat și cel deversat prin turbinele hidrocentralelor. Obișnuit, debitele mari de primăvară, depășesc debitul de funcționare a turbinelor, ceea ce duce la creșterea nivelurilor. Procesul este invers spre toamnă și iarnă. La Bicaz aceste oscilații anuale ajung pînă la 25—30 m pe verticală. Zona litorală este astfel expusă unei alternanțe a apei cu uscatul, ceea ce împiedică fixarea vegetației acvatice. Aceasta este și una din marile deosebiri dintre lacurile de acumulare și cele naturale; cele din urmă au o zonă litorală cu vegetație abundentă care imprimă o anumită intensitate proceselor biologice lacustre.

Biotopului lacurilor de acumulare le este specifică și o mare presiune hidrostatică a cărei influență se manifestă selectiv în distribuția biocenozelor.

Tot ca o consecință a adîncimilor mari, zona fotică sau trofogenă — favorabilă fotosintezei este mult redusă în raport cu zona afotică — trofolitică. În lacul Bicaz stratul de apă străbătut de lumină ajunge pînă la 25 m în timp ce restul masei de apă este cuprins de întuneric, reprezentînd doar un mediu de dispersie și descompunere a materiei organice.

7.1.2. FORMAȚIUNI BIOCENOTICE ÎN LACURILE DE ACUMULARE ȘI DE BARAJ

În condițiile în care zona litorală, prin absența macrofitelor, are o semnificație redusă pe planul productivității biologice, procesele biocenotice care se realizează în masa apei, deci în pelagialul lacurilor de acumulare, capătă o pondere deosebită.

7.1.2.1. PELAGOSUL

Biotopul pelagic este populat de neuston, plancton și necton. Neustonul și planctonul sînt biocenoze tipice; nectonul este o asociație de animale înotătoare.

Neustonul, biocenoză a peliculei de apă aflată la zona de contact dintre mediul aerian și cel acvatic, este puțin studiat în lacurile de baraj și cele de acumulare. În structura sa intră specii de bacterii, alge, protozoare, cladoceri etc.

Planctonul este compus din fitoplancton, zooplancton și bacterioplancton.

Fitoplanctonul constituit din diferite specii de alge realizează producția primară predominantă în ecosistem, reprezentînd baza piramidei trofice. Deși în compoziția calitativă a fitoplanctonului unui lac de acumulare se pot identifica un număr mare de specii, producția primară este realizată îndeosebi de așa-numitele forme de masă sau dominante. Uneori, dintre acestea, unele specii se desprind într-o dezvoltare explozivă realizînd o adevărată „înflorire" algală. Asemenea „înfloriri" sînt caracteristice în special lacurilor eutrofe, reflectînd o disponibilitate crescută a elementelor biogene utilizabile în fotosinteză. În același timp însă, înfloririle frecvente dintr-un lac semnifică o anumită degradare a calității apei datorită încărcării organice peste limitele cerute pentru apa potabilă, pentru condițiile agrementale sau chiar piscicole. Rezultă de aici importanța practică a cunoașterii aprofundate a ecofiziologiei fitoplanctonului. Asemenea cercetări au fost efectuate asupra lacurilor Bicaz, Vidraru și Porțile de Fier de către M. Oltean, V. Zanoschi și I. Cărăuș. De exemplu, în cazul lacului Bicaz, fitoplanctonul a cunoscut numeroase schimbări calitative și cantitative în evoluția sa. În primul an, o dezvoltare abundentă a cunoscut-o alga diatomee *Asterionella formosa.* Fenomenul s-a repetat și în lacul Vidraru. După cîțiva ani alga dominantă a devenit *Dinobryon sertularia,* iar în ultima perioadă de timp *Oscillatoria rubescens.* Evident, dezvoltarea calitativă și cantitativă a fitoplanctonului se modifică nu numai anual ci chiar de la un sezon la altul sau în diferite zone ale lacului, considerate pe orizontală sau verticală.

Valorile medii ale producției primare fitoplanctonice determinate în lacul Bicaz au fost de 1,5—2,5 mg/l O_2 în 24 ore, ceea ce indică un grad de troficitate comun lacurilor mezotrofe.

Pornind de la această bază trofică pe care o realizează fitoplanctonul lacurilor de acumulare se vor defini nivelurile de dezvoltare a consumatorilor de diferite grade.

Zooplanctonul este cel mai intim corelat cu fitoplanctonul. Grupele zooplanctonice dominante în lacurile de acumulare sînt rotiferele, cladocerii şi copepodele. Acestea sînt reprezentate prin specii comune sau caracteristice unor lacuri, după cum acestea sînt situate în zone montane, colinare sau de cîmpie.

În cadrul populaţiilor zooplanctonice întîlnim de asemenea forme dominante care realizează aglomerări sub forma unor „nori planctonici", cu distribuţii zonale în anumite perioade ale anului. Cercetările efectuate de R o d i c a şi C. R u j i n s c h i în lacul Bicaz, au evidenţiat faptul că există o succesiune a dominanţelor. Astfel, rotiferul *Asplanchna* se dezvoltă abundent în special în luna mai, în orizontul 0—10 m, în timp ce cladocerul *Daphnia hyalina* şi copepodul *Macrocyclops distinctus* domină în lunile de vară-toamnă, la orizonturi variabile.

Biomasa maximă a zooplanctonului se realizează în lunile septembrie-octombrie ajungînd la 26 mg/mc. Prin prezenţa sa zooplanctonul asigură hrana puietului de peşti şi a peştilor planctonofagi, avînd prin aceasta valoare trofică proprie, care se adaugă rolului său de purificator al apei prin filtrarea şi consumarea unor particule din apă, în special alge.

Nectonul lacurilor de acumulare este reprezentat prin populaţiile piscicole. Interesul deosebit al publicului pentru ihtiofaună, atît ca bun alimentar cît şi ca sursă de deconectare, a antrenat eforturi deosebite de cunoaştere şi dezvoltare a acestei componente a ecosistemului. S-a constatat astfel că numai o parte din peştii zonelor inundabile au devenit comuni lacurilor de acumulare. De exemplu, la Porţile de Fier se estimează prezenţa dominantă a cegăi *(Acipenser ruthenus)*, crapului *(Cyprinus carpio)* şi somnului *(Silurus glanis)*, concomitent cu diminuarea porcuşorului *(Gobio gobio)* şi scobarului *(Chondrostoma nasus)*.

În lacul Bicaz s-au dezvoltat succesiv: boişteanul *(Phoxinus phoxinus)*, obletele *(Alburnus alburnus)* şi scobarul *(Chondrostoma nasus)* şi s-au diminuat. salmonidele: păstrăvul de rîu *(Salmo trutta fario)*, lostriţa *(Hucho hucho)*

7.1.2.2. BENTOSUL

Sedimentele lacustre reprezintă biotopul preferat nu numai pentru bacterii ci şi al altor grupe de organisme: nevertebrate, peşti sau alge (în zona fotică). Toate alcătuiesc acea grupare funcţională a ecosistemului denumită bentos. Compoziţia şi evoluţia biocenozelor bentonice din lacurile de acumulare evidenţiază numeroase procese adaptative în cadrul succesiunii ecologice. De fiecare dată cînd se formează un lac de acumulare are loc o selecţie în cadrul cenozelor bentonice care va fi cu atît mai rapidă şi profundă cu cît caracterul lotic al ecosistemelor anterioare era mai pronunţat. De exemplu, în timp ce prin formarea lacului Bicaz, pe cursul unui rîu de munte cu faună preponderent reofilă au supravieţuit numai cca 13% din speciile biocenozelor bentonice anterioare, în lacul de acumulare Gorki de pe fluviul Volga, cu apă lent curgătoare şi numeroase bălţi în albia majoră, s-au păstrat cca 82% din speciile bentonice ale zonei inundabile. Pe măsura stabilizării acestor ecosisteme, populaţiile bentonice se specializează în valorificarea diferenţiată a resurselor şi condiţiilor de reproducere, realizînd distribuţii particulare în timp şi spaţiu. Evidenţiem în acest sens zoocenozele bentonice din lacul Bicaz: cele care au ca dominante chironomidele, prin speciile *Chironomus plumosus* şi *Ch. semireductus*, populează zonele de afluenţă pînă la 15—20 m adîncime; altele, în care domină

tubificidele, prin *Tubifex tubifex*, uneori exclusiv, habitează zonele profundale ale lacului. Compoziția bentofaunei, datorită numeroaselor particularități adaptative, a constituit pentru limnologi un criteriu prioritar de clasificare a lacurilor (I. Miron și Fr. Simalcsik).

Acțiunea reducătorilor în ecosistem. Odată cu moartea organismelor fito- și zooplanctonice, acestea devin încă din pelagial substratul de dezvoltare a bacterioplanctonului, care contribuie astfel la descompunerea materiilor organice și reintrarea diferiților compuși în circuitul biogeo-chimic.

Cercetările minuțioase efectuate multianual asupra microorganismelor bacteriene din lacul Bicaz de către C. Măzăreanu, Florica Simalcsik și Adriana Luca, au evidențiat rolul fiziologic al diferitelor grupe de germeni în circuitul materiei și energiei în ecosistem. Activitatea bacteriană cea mai intensă se dezvoltă în sedimentele lacurilor de acumulare unde se acumulează întreaga materie organică rezultată din „ploaia biologică" sau cea alohtonă adusă de afluenți. Într-un gram de mîl umed pot fi determinate sute de milioane sau miliarde de celule bacteriene. De exemplu, în lacul Bicaz, numai din grupul amonificatorilor s-au determinat 15 milioane celule la un gram de mîl.

7.1.3. IMPORTANȚA ECONOMICO — PISCICOLĂ A LACURILOR DE BARAJ ȘI A LACURILOR DE ACUMULARE

Preocupări susținute au fost și sînt pentru îmbogățirea compoziției calitative a ihtiofaunei, plecîndu-se de la ipoteza valorificării depline a bazei trofice. Tratat însă, s-a constatat că influența factorilor limitativi pentru micro- și macroflora acvatică se reflectă în nivelul scăzut al productivității biologice a lacului și prin aceasta asupra producției piscicole. Ipoteza aportului de nutrienți pentru stimularea vegetației este exclusă datorită reacției în lanț care duce la degradarea calității apei. În aceste condiții, lacurile de acumulare se pretează foarte bine pentru valorificarea piscicolă prin practicarea acvaculturii. Această soluție este compatibilă cu conservarea calității apei. În plus, acvacultura presupune desprinderea de hazard, de culegerea a ceea ce s-ar putea pescui la un moment dat în apă. Rezultatele obținute în acest sens la lacul Bicaz în acvacultura păstrăvului confirmă perspectiva acestei activități în lacurile de acumulare, ceea ce va duce la valorificarea superioară a zonelor lacustre.

7.2. IAZURI ȘI HELEȘTEIE PISCICOLE

În accepția actuală a limnologiei un iaz, sau un helești, ca și un lac sau un rîu, reprezintă un ecosistem, adică o unitate ecologică formată din mediu plus viețuitoare, din biotop și biocenoză. Asemenea lacuri de acumulare, iazurile și helețeiele sînt creații artificiale ale omului și se deosebesc de japșe, bălți și lacuri, ce reprezintă acumulări naturale de ape în mici scobituri ale scoarței pămîntului.

Iazul este un ecosistem artificial, amenajat în scopul obținerii unor producții apreciabile de pește, cît și pentru folosirea rezervei de apă în alte scopuri practice (morărit, adăpost, agrement etc.). Un iaz este o acumulare de apă amenajată de regulă pe fundul unor văi mici sau a unor albii părăsite ori cu debit redus, afectînd în general terenuri agricole ineficiente, izlazuri nepro-

ductive, mlaştini sau sărături din lunci, sau zone cu stufării şi păpurişuri. Acest bazin acvatic se formează prin ridicarea unui baraj din pămînt (iezătură) de-a curmezişul văii, în spatele căruia se adună apă de ploaie sau din izvoare, care se adaugă apei provenite din pîrîul iezăturii. Forma bazinului de acumulare este determinată de relieful terenului (patului) pe care a fost amenajat. Iazurile se pot amenaja succesiv (în trepte) sau disparat de-a lungul unei văi. Aceste amenajări presupun o investiţie minimă în raport cu heleşteiele sau alte sisteme de creştere a peştilor.

Heleşteiele sînt bazine cu apă special amenajate, pe locuri plane, de regulă în regiunile colinare şi de şes, destinate pisciculturii sistematice, unităţi productibile compatibile unor producţii intensive controlate. Apa este reţinută în heleşteu cu ajutorul ridicăturilor naturale de pămînt sau cu diguri, care-i conferă bazinului forme geometrice bine definite. Heleşteul se alimentează gravitaţional sau prin pomparea apei dintr-o apă curgătoare.

Iazurile şi heleşteiele sînt bazine acvatice de mică adîncime (în medie 0,7—0,8 m) şi suprafeţe diferite în funcţie de rezerva de apă şi conformaţia terenului. Din punct de vedere piscicol heleşteiele sînt superioare iazurilor întrucît terenul plan permite o compartimentare optimă a bazinelor; sînt ferite de inundaţii şi colmatări aluvionare; se poate organiza alimentarea şi scurgerea apei în mod independent; nivelul poate fi menţinut în funcţie de necesităţi, iar faptul că sînt complet vidabile conferă posibilitatea prelucrării fundului, precum şi aplicarea unor amendamente şi îngrăşăminte.

Relativ instabile în timp şi spaţiu, iazurile şi heleşteiele au în general o viaţă scurtă şi o evoluţie spre maturitate strîns legată de intensitatea proceselor biologice care au loc în masa apei şi zonele învecinate. Toate aceste procese sînt o rezultantă a interrelaţiilor dintre organisme şi mediul abiotic, dintre biocenoză şi biotop.

7.2.1. FACTORII MEDIULUI

7.2.1.1. FACTORII FIZICI ŞI CHIMICI

Principalii factori ce caracterizează biotopul acestor ecosisteme sînt apa şi sedimentul, de pe fundul bazinelor. De mare importanţă pentru desfăşurarea proceselor de viaţă din aceste ecosisteme mici ca întindere este şi climatul zonei în care se găsesc iazurile şi heleşteiele, ştiut fiind faptul că în apele stătătoare în general stabilitatea condiţiilor de viaţă este hotărîtoare pentru definirea cantitativă şi calitativă a proceselor biologice. Cu cît o apă este mai mare, cu atît mai mult condiţiile ecologice sînt mai stabile şi mai independente în cadrul natural, astfel un lac este un mediu mai stabil decît o baltă, iar un iaz mai stabil decît o japşă sau un heleşteu. În iazuri condiţiile fizico-chimice ale apei depind în primul rînd de natura solului şi de nivelul precipitaţiilor. Topirea zăpezilor şi ploile diluează apa primăvara şi în verile ploioase, iar o secetă în sezonul cald determină prin evaporarea apei o concentrare a acesteia în săruri nutritive. Adîncimea mică a masei de apă face ca iarna iazurile să îngheţe pînă la fund, iar un vînt mai puternic în anotimpurile de tranziţie poate tulbura întreaga masă de apă.

Fiind ecosisteme cu destinaţie preponderent piscicolă, calitatea apei interesează în special din acest punct de vedere. Oxigenarea masei de apă constituie una din caracteristicile cu bază în bonitarea iazurilor. În condiţiile uniformităţii termice produsă de curenţii de convecţie, concentraţia oxigenului se

menține ridicată pînă la orizonturile de fund, iar în perioadele de stratificație termică, la suprafață oxigenarea este mai bună, ea diminuînd în orizonturile de la contactul cu sedimentele. Pe lîngă variațiile sezoniere și nictemerale ale concentrațiilor oxigenului din apă determinate în mare măsură de temperatura aerului de deasupra bazinului, nivelul acestui gaz dizolvat este în strînsă legătură cu activitatea fotosintetică a algelor verzi și macrofitelor acvatice care populează biotopul respectiv. Cantitatea de oxigen dizolvat reprezintă o rezultantă a celor două procese fiziologice antagoniste sub acest aspect: respirația organismelor vii — proces consumator de oxigen — și fotosinteza producătorilor primari de materie organică — proces furnizor de oxigen. Pornindu-se de la acest bilanț se constată apariția unor momente de impas, în general dimineața, cînd fotosinteza nu este suficient de intensă pentru a compensa consumul de oxigen folosit în respirație, nivelul oxigenării apei diminuînd pînă la valori de 1—2 mg/l și producînd asfixierea peștilor.

În ceea ce privește concentrația de nutrienți apa iazurilor este, în general, bogată în compuși minerali și organici, schimburile chimice cu solul făcîndu-se foarte intens iar activitatea descompunătoare a bacteriilor fiind factorul ce compensează rezervele de nutrienți în sol. În plus, fiind ecosisteme antropizate, omul poate interveni periodic cu amendamente și îngrășăminte minerale și organice în scopul creșterii producției biologice naturale.

Solul ca factor abiotic, constituie substratul pe care se găsește apa iazului și care eliberează treptat nutrienți ca un adevărat rezervor. Interrelația apă-sol afectează 15—30 cm din straturile de la fundul iazului. Cele mai bune rezultate se obțin prin amenajarea iazurilor pe soluri agricole de calitate superioară, însă acest lucru este mai puțin posibil întrucît aceste soluri sînt mai rentabile pentru agricultură, pentru iazuri amenajîndu-se soluri argiloase sau argilo-nisipoase, mlaștini sau sărături din lunci neproductive. Prin piscicultură aceste soluri se redau circuitului economic, se însănătoșesc, iar caracteristicile hidrobiologice ale iazurilor și heleșteielor constituie consecința unor lucrări de amenajare și ameliorare a unui sol pretabil piscicolturii. Astfel, terenurile sterile, permeabile, se pregătesc prin colmatări aluvionare și îmbogățirea rezervei de mîl organic, iar după utilizarea iazului 2—3 ani se execută o desecare pentru lăsare „la odihnă", uneori pînă la un an, în scopul mineralizării resturilor vegetale și îmbogățirii solului în acizi humici. Sînt contraindicate pentru piscicultură solurile nisipoase și pietroase, întrucît fauna bentonică nu se poate dezvolta în condiții optime.

7.2.2. BIOCENOZELE

Iazurile și heleșteiele constituie ecosisteme aparte, ale căror asociații de organisme nu seamănă cu biocenozele din apele stătătoare naturale. Un iaz sau un heleșteu nu poate fi divizat în litoral și profundal și nu prezintă nici zonarea masei de apă și a asociațiilor vegetale și animale caracteristică bazinelor stătătoare mari. În bălți și în iazuri singura zonă bine dezvoltată este zona litorală, care este și cea mai productivă. Adîncimea iazurilor fiind mică, întreaga masă de apă este luminată și bine încălzită, macrofitele acvatice și organismele planctonice sînt dezvoltate corespunzător. Fauna bentonică are la dispoziție un bogat detritus organic, iar bacteriile descompunătoare redau producătorilor primari produsele mineralizării materiilor organice, toate acestea se finalizează prin realizarea de condiții favorabile dezvoltării unei faune piscicole bogate. Iazurile mici adăpostesc adesea o singură specie de plante

acvatice, de pildă *Elodea, Lemna, Batrachium*. Cu cît iazul este mai mare, cu atît vegetația acestuia este mai nuanțată.

În iazurile și heleșteiele piscicole indiferent de mărimea lor se disting biocenoze ce sînt caracteristice masei de apă și biocenoze caracteristice părții fundice a bazinului. Și în cazul iazurilor sau al heleșteelor se poate vorbi de pelagos — comunitate de viață pentru biocenozele din masa apei, și de bentos — comunitate de viață pentru biocenoza bentică. Considerăm necesar a face această distincție avînd în vedere că unele biocenoze au ca suport și ca mediu de viață apa, iar altele partea de fund a bazinului formată din mîl organic sau un alt tip de substrat.

Pelagosul. În masa apei din iazuri și heleșteie există două biocenoze *neustonul* și *planctonul* plus o asociație de organisme animale ce formează *nectonul*.

a) *Neustonul*, biocenoza peliculei liniștite de la suprafața apei, este formată din organisme adaptate condițiilor de viață de aici. În structura neustonului se găsesc numeroase specii de bacterii, alge, protozoare, rotiferi, unele cladocere etc. În condițiile unei dezvoltări intense ele conferă apei un aspect caracteristic. Apa are uneori reflexe roșiatice datorită dezvoltării masive a speciei *Euglena sanguinea*, alteori are reflexe verzui ca urmare a dezvoltării în exces a speciilor de alge din genul *Chlamydomonas*.

b) *Planctonul* este o biocenoză bine dezvoltată. În componența sa intră bacterii, fitoplancton și zooplancton. Bacteriile sînt indispensabile și constituie o componentă permanentă a planctonului. Rolul lor constă în a descompune organismele vegetale și animale moarte. Fitoplanctonul iazurilor și heleșteielor diferă de cel al lacurilor mari. Majoritatea speciilor nanoplanctonice sînt protococale și flagelate *(Ceratium, Euglena* etc.*)*. Bogăția în acizi humici permite dezvoltarea speciilor de cloroficee *Gonium, Pandorina, Eudorina*, răspîndite în masa apei. În pătura superficială a apei tot din cloroficee bine reprezentate sînt specii ale genului *Valvox*. Diatomeele populează planctonul prin diferite specii ale genurilor *Nitzschia, Melosira* etc. Ca și fitoplanctonul, zooplanctonul iazurilor și heleșteielor diferă de cel lacustru. Componenta de bază a zooplanctonului o formează microcrustaceele. Ele sînt bine dezvoltate în iazurile bogate în hrană naturală. Speciile de cladocere și copepode (microcrustacee) prezintă mare importanță pentru hrana puietului de pește. Dintre cladocere specii frecvent întîlnite în zooplancton sînt *Daphina magna, D. pulex, Bosmina longirostris, Chydorus sphaericus* iar dintre copepode des întîlnite sînt specii ale genurilor *Cyclops, Diaptomus, Canthocamptus* etc.

În general planctonul iazurilor și heleșteielor este format ditr-un amestec de specii caracteristice zonelor litorale și pelagiale din lacuri. Acest lucru face ca biocenoza să prezinte o mare bogăție de specii, mai ales în iazurile mari. Cu cît un iaz este mai mic cu atît bogăția în specii planctonice este mai mică.

Asemănător situației din lacuri și bălți, organismelor planctonice din iazuri și heleșteie le sînt caracteristice migrațiile pe verticală în funcție de intensitatea luminii. Ziua fitoplanctonul urcă la suprafața iazului, fotosinteza desfășurîndu-se intens, iar noaptea, în căutare de hrană, migrează spre orizonturile superficiale norii de zooplancton.

c) *Nectonul* este prezent atît în iazuri cît și în heleștcie. Reprezentanții acestei asociații sînt peștii, amfibienii, unele reptile, păsările. Formele tipice în această asociație o reprezintă peștii. Iazurile și heleșteiele sînt populate de specii de pești urmărind interesele omului, care de fapt le și dirijează. Iazurile

și heleșteiele de tip ciprinicol sînt populate cu specii de crap, caras, caracudă, lin, babușcă, biban și știucă, iar în cele de tip salmonical cu specii de salmonide (păstrăv). Peștii reprezintă în cele mai multe cazuri veriga finală a lanțului trofic și elementul cel mai semnificativ în aprecierea productivității biologice naturale a acestor categorii de ecosisteme. Alte specii nectonice, dar nu exclusiv nectonice sînt amfibienii *Rana, Bombina, Bufo, Pelobates*, iar dintre reptile șarpele de apă *(Natrix tessellata)* și broasca țestoasă de apă *(Emis orbicularis)*. Aici mai pot fi întîlnite unele păsări de apă și unele mamifere rozătoare ca vidra *(Lutra lutra)*, guzganul de apă *(Arvicola terrestris)*, bizamul *(Fiber zibethicus)*, șoarecele cu bot ascuțit *(Neomys fodiens)*. Majoritatea produc daune gospodăriilor piscicole, dar contribuie și la menținerea echilibrului ecologic.

Bentosul este format din numeroase populații de plante și animale. Ca și în lacuri sau bălți, aici se disting macrofitobentosul, microfitobentosul, perifitonul, zoobentosul.

a) *Macrofitobentosul* este reprezentat, în funcție de bazin, prin specii de macrofite palustre, macrofite acvatice emerse și submerse. Macrofitele palustre cu „tulpină tare", silicificată sînt de mică importanță piscicolă. Tulpinile lor formează depozite celulozice greu putrescibile. În unele situații această vegetație împreună cu plantele plutitoare și submerse se dezvoltă exploziv, ducînd la autodistrugerea lentă a ecosistemului prin colmatare biologică. Rolul pozitiv al macrofitelor palustre aflate într-o centură de 4—5 m lățime este de a proteja digurile de acțiunea distrugătoare a valurilor și de a servi ca suport pentru dezvoltarea perifitonului. În structura centurii de plante sînt specii de stuf *(Phragmites communis)*, papură *(Typha angustifolia, T. latifolia)*, pipirigul *(Scirpus lacustris)*, rogozul *(Carex gracilis)*, coada calului *(Equisetum palustre)* etc.

Macrofitele cu frunze natante populează zonele mai puțin circulate de ambarcațiuni și cu apă de adîncimi mai mici; unele pierd total legătura cu substratul. Sînt lipsite de importanță pentru fauna piscicolă, fiind chiar păgubitoare în situația în care se dezvoltă excesiv. Sub covorul format din frunzele acestor plante dezvoltate în exces apa este rece, obscură, fitoplanctonul foarte slab dezvoltat, tulpinile plantelor acvatice și detritusul intră în putrefacție cu eliberarea de CH_4 și CO_2, oxigenul dizolvat se află în cantități reduse, iar producția piscicolă este compromisă. Exemple de plante cu frunze plutitoare: nufărul alb *(Nymphaea alba)*, nufărul galben *(Nuphar luteum)* și ciulinul *(Trapa natans)* dintre cele cu rădăcini fixate în sol și iarba broaștelor *(Hydrocharis morsus ranne)*, lintița *(Lemna minor, L. trisulca* și *L. gibba)* și peștișoara *(Salvinia natans)*, dintre cele cu rădăcinile libere în masa apei.

Macrofitele submerse sînt elemente floristice utile în iazuri și heleștee dacă nu se înmulțesc exploziv. Acestea îmbogățesc apa în oxigen și au rol de substrat pentru perifiton, icrele unor pești ș.a. Flora submersă formează o sursă importantă de hrană pentru peștii macrofitofagi. Dintre plantele submerse sînt întîlnite broscarița *(Potamogeton crispus, P. pectinatus, P. perfoliatus, P. pusillus)*, cosorul *(Ceratophyllum demersum)*, piciorul cocoșului *(Raununculus circinatus)*, brădișul *(Myriophyllum spicatum)*, sîrmulița *(Valisneria spiralis)* și ciuma apei *(Elodea canadensis)* etc.

b) *Microfitobentosul* este format de numeroase și variate asociații de alge silicioase (diatomee) cărora li se adaugă și unele specii de alge verzi sau albastre.

c) *Perifitonul* este format din organisme acvatice ce se dezvoltă pe tulpinile macrofitelor și alte suporturi. El cuprinde specii alge: diatomee *(Melosira varians, Synedra acus* etc.*)*, cloroficee filamentoase *(Tribonema, Spirogyra* și *Oedogonium)* în asociație cu algele cianoficee. Unele alge ca *Spirogyra* sau *Zygnema* sînt dăunătoare pisciculturii în sensul că, deși îmbogățesc apa în oxigen, colmatează iazul și înfundă lucrările de artă pentru evacuarea apei din bazine, în condițiile dezvoltării explozive.

În asociație cu algele, în perifiton se dezvoltă o faună epifitică, formată din numeroase larve de insecte acvatice cum sînt tendipedele *(Cricotopus silvestris, Tanytarsus lauterborni)*, efemeroptere *(Caenis lactea, Cloeon* sp.*)* cît și unele specii de odonate. Numărul organismelor acvatice ce populează plantele subacvatice este foarte numeroasă. Exemplu, de pe o singură tijă de *Myriophyllum* au fost colectate 650 larve de tendipedide (insecte acvatice). De asemenea, plantele submerse mai sînt populate de unele gasteropode subacvatice *(Planorbis planorbis, Limnea ovata, Physa fontinalis, Viviparus viviparus)*.

d) *Zoobentosul* cuprinde organismele de pe fundul iazurilor și heleșteielor. Fac parte din această biocenoză un imens număr de organisme macroscopice, cum sînt larvele de insecte acvatice, ostracode, lamelibranhiate, gasterpode, diferite specii de viermi tubificide etc. Bogăția în pești a unei ape stătătoare depinde în primul rînd de abundența faunei de fund și apoi de fauna plutitoare din masa apei.

7.2.3. PROCESE ECOLOGICE

Caracterul de unitate limnologică a unui iaz sau a unui heleșteu este dat nu numai de întrepătrunderea spațială a biotopului cu biocenoza, ci și de influențele lor reciproce. Condițiile ecologice speciale din iazuri și heleșteie determină o serie de adaptări ale organismelor biocenozelor respective. Astfel, datorită volumului mic de apă, deci a dependenței condițiilor de viață ale organismelor vii de variațiile factorilor cadrului natural, cît și a specificului acestor bazine de a fi periodic vidate, organismele ce populează aceste biotopuri au durata de dezvoltare și maturitate sexuală mai scurte decît aceleași specii din lacurile mari. Condițiile ecologice foarte variabile determină prin adaptare o scădere a sensibilității organismelor, multe dintre ele dînd naștere la forme de rezistență în care traversează perioada cînd iazul este vidat sau înghețat, iar la revenirea condițiilor favorabile viața se reia în mod normal.

Structura și bogăția solului în elemente nutritive determină într-o înlănțuire de influențe care condiționează producția piscicolă. Fiind bine luminat și încălzit, fundul iazurilor favorizează o descompunere corespunzătoare a detritusului organic cu cliberarea nutrienților fitoplanctonului și macrofitelor acvatice care, prin intermediul zooplanctonului, servesc ca hrană pentru peștii planctonofagi sau macrofitofagi. O dezvoltare accentuată a macroflorei și fitoplanctonului, cît și o utilizare a iazului în scop piscicol mulți ani fără perioade „de odihnă", produce secătuirea rezervei de nutrienți și o colmatare improprie unor producții rentabile.

Între diferitele grupe de organisme din iaz se realizează anumite corelații sau antagonisme care impun o funcționalitate a ecosistemului. Astfel, în perioadele de maximă dezvoltare a algelor verzi, cele albastre diminuează numeric, iar succesiunea perioadelor cu temperatură diferită are ca răspuns o dezvoltare eșalonată a diferitelor grupe de organisme. În perioadele reci,

în bioderma epifitică domină diatomeele, care sînt succedate de cloroficee și cyanoficee în perioadele calde.

În devenirea lor, aceste ecosisteme urmează un proces treptat de maturare de evoluție progresivă. Spre deosebire de lacurile mari, unde evoluția troficității se face în timp îndelungat și se continuă de la un an la altul, la iazuri, pe parcursul unui an, în paralel cu multiplicarea vegetației, se parcurg în mic toate fazele de eutrofizare, se continuă de la un anumit nivel în anul următor și odată cu golirea bazinului, procesele se întrerup, urmînd a se relua după perioada de refacere, sau după trecerea anotimpului rece, la cele ce se videază în fiecare toamnă.

În iazurile în care nu există condiții de asanare (iazul Frăsinet), în anumite perioade de evoluție se ajunge la un stadiu avansat de colmatare biologică, care se caracterizează prin dezvoltarea excesivă a vegetației de macrofite și scăderea productivității piscicole naturale. În aceste situații se procedează la cosirea vegetației, asanarea bazinului pentru un an, în scopul favorizării proceselor de mineralizare a depozitelor de resturi vegetale și detritus, după care se reia utilizarea iazului în scop piscicol. O metodă mai modernă utilizată la iazul Frăsinet unde colmatarea cu macrofite ajusese să cuprindă în anul 1967 peste 95% din suprafața bazinului, a fost popularea în anul 1968 cu o specie de pește macrofitofag *Ctenopharyngodon idella*, „cositoare vie", care s-a dovedit a fi un excelent ameliorator al condițiilor ecologice din acest tip de ecosisteme, cu rezultate evidente chiar în primul an după populare. În felul acesta fenomenul de autodistrugere a iazului a fost întîrziat, iar defrișarea biologică a macrofitelor a însemnat, de fapt, integrarea acestora în lanțul trofic a cărei verigă finală este peștele. Deci, adăugarea la producătorii primari cu importanță pentru fiziologia ecosistemului și a macrofitelor acvatice, a însemnat transformarea iazului respectiv dintr-un sistem „monociclic" într-un sistem „biciclic" și creșterea semnificativă a producției. Astfel, se constată că rolul omului în dirijarea proceselor biologice din iazuri și a nivelului productivității este foarte mare și incomparabil față de raporturile sale cu alte tipuri de ecosisteme acvatice.

În România au fost amenajate iazuri pentru creșterea peștilor încă de pe vremea cnezatelor și voievodatelor, iar în prezent aceste bazine s-au modernizat, devenind iazuri sistematice, cu diferite construcții hidrotehnice și lucrări de artă pentru alimentare, evacuare și menținerea constantă a nivelului apei etc. Asemenea iazuri sînt în prezent la Podul Iloaie, Deleni, Bulbucani, Sîrca, Cicadaia (jud. Iași), Trifești, Bălănești, Budești și Negrițești (jud. Neamț), Dracșani, Ibănești, Tătărășeni, Vorniceni, (județele Botoșani și Suceava). Zău, Bujor, Tăureni, Geaca, Tăul Popii (județele Dolj și Mureș), Frăsinet, Mostiștea și I. C. Frimu (jud. Ilfov) și altele.

Heleșteie ciprinicole sistematice sînt exploatate mai ales în județele Bihor (Cefa, Inand, Homorog, Tămajda), (județele Arad, Timișoara, Ilfov, Constanța, la Nucet, Tulcea etc. Heleșteiele salmonicole se situează în special în zonele muntoase și sînt în fapt bazine salmonicole modernizate, ca cea de la Ceahlău-Durău, județul Neamț; Prejmer, județul Brașov; Lacul Roșu, județul Harghita ș.a.

Pentru sporirea producției piscicole, Programul de dezvoltare a pisciculturii din țara noastră prevede pentru anul 1980 o suprafață amenajată de 187 000 ha, dintre care 36 000 ha iazuri și heleșteie, situate pe cursurile apelor interioare.

7.3. IAZURILE DE EPURARE A APELOR UZATE

Epurarea apelor uzate, așa cum s-a arătat și în capitolul 3, este una dintre problemele de mare importanță și actualitate. Utilizarea metodelor biologice este foarte indicată, deoarece se realizează cu un cost scăzut și asigură tot odată eficiențe de epurare ridicate. Se cunosc metode variate, unele naturale, altele artificiale. Metoda reținerii apelor uzate în iazuri de stabilizare este utilizată în zone temperate și calde, și se aplică acolo unde pot fi destinate acestui scop suprafețe de teren care nu sînt utilizate în circuitul agricol. Reținerea apelor uzate în iazurile de stabilizare se aplică îndeosebi la ape uzate deversate nepermanent, care vin cu un debit redus, sau la ape cu o încărcare organică mare. (este cazul apelor uzate de la fabrici de zahăr, topitorii de in și cînepă, fabrici textile, crescătorii de animale). Ele pot fi utilizate și ca treaptă terțiară de epurare a apelor uzate. În țara noastră există peste 2 000 ha destinate stabilizării sau epurării prin această metodă a apelor uzate.

Iazurile de epurare biologică sînt niște ecosisteme acvatice create de om în urma acumulării apelor uzate în bazine special construite, a căror existență este dependentă și condiționată de intervenția omului. În lipsa lui ele ar evolua fie spre bazine acvatice hipertrofe, fie ar seca drept urmare a evapo-transpirației și infiltrațiilor.

Iazurile pot fi privite, fie ca niște sisteme de tratare a apelor uzate, fie ca sisteme naturale, de conversie a poluanților în material organic viu, structurat, căruia i se poate da o altă destinație: îngrășămînt agricol în cazul irigațiilor cu aceste ape, ca furaj — în cazul alimentării cu aceste ape a iazurilor piscicole.

Iazurile de epurare biologică sînt niște bazine acvatice puțin adînci (de obicei sub 1 m) în care se instalează biocenoze specifice. Apele uzate preepurate mecanic staționează un timp care variază în funcție de caracterele apelor uzate, durata deversării lor, calitatea apelor ce pot fi evacuate în emisar etc.

Caracteristicile fizico-chimice și biologice ale apelor uzate imprimă specificul general al acestor ecosisteme. Apele uzate au de obicei o turbiditate ridicată, un conținut mare în substanțe organice, care se găsesc sub formă dizolvată, coloidală și ca suspensii de mărimi diferite. În condițiile iazurilor de epurare se realizează un contact mare între apele uzate și aerul atmosferic; pătrunderea oxigenului în ape este favorizată și deci se realizează oxidarea aerobă a substanțelor organice (este de dorit ca oxigenul dizolvat să nu scadă sub 3 mg/l). Lumina pătrunde și ea din belșug în straturile superficiale, ceea ce favorizează dezvoltarea abundentă a algelor verzi monocelulare și a fitoflagelatelor capabile de o hrănire mixtă: autotrofă ziua, heterotrofă noaptea. Prezența lor face ca în straturile superficiale ale apei cantitatea de oxigen dizolvat să sufere fluctuații de foarte mari amplitudini de la 0—1 mg O_2/l noaptea, la peste 25 mg O_2/l ziua, variație care influențează puternic structura și dinamica biocenozelor existente în iazuri. Prezența microfitelor acvatice și palustre influențează favorabil epurarea apelor uzate și stimulează dezvoltarea microfitelor.

Urmare a faptului că apele uzate staționează în iazuri, suspensiile organice se depun pe fund și formează o pătură de nămol putrescibil anaerob, în care se formează și din care se degajă bioxid de carbon și metan. Gazele pot antrena particule de nămol fetid care se împrăștie apoi în masa apei. În apropierea fundului chiar și ziua apa este lipsită de oxigen dizolvat, fapt care influențează modul de populare a sedimentelor cu animale bentonice.

Biocenoza iazurilor de epurare este dominată de organismele degradatoare, care sînt reprezentate îndeosebi de bacterii *(Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenes* ş.a.*)*.

Ele găsesc aici un mediu nutritiv deosebit de favorabil, ajungînd să se dezvolte în cantităţi extraordinare (50—100 mg/m^2). Predominante sînt bacteriile metanice şi anaerobe în sedimentele organice, cele anaerobe—facultativ aerobe la suprafaţa nămolului şi în straturile profunde ale apei şi cele aerobe — facultativ anaerobe în straturile superficiale ale apei. Bacteriile se dezvoltă atît de exuberant, încît ajung să floculeze, cad sub formă de suspensii fine pe fundul iazului, unde, prin acumulare, îmbogăţesc sedimentele organice.

Abundenţa organismelor degradatoare face ca în această biocenoză să se întîlnească un număr imens de consumatori ai acestora — organismele bacterivore; cele mai numeroase sînt protozoarele (amibele, zooflagelatele *(Chilomonas* şi *Polytoma)* şi ciliatele de tipul *Metopus, Paramecium, Colpoda, Colpidium, Vorticella)*, rotiferii filtratori *Rotaria, Epiphanes* şi *Brachionus*, iar în apele în care se realizează o epurare mai avansată, cladocerele filtratoare *Daphina* şi *Moina*. Bacterivorii, deşi foarte numeroşi, nu ajung niciodată să echilibreze producţia descompunătorilor. Aceste animale au rol îndeosebi în procesul de limpezire, de rărire a bacteriilor şi algelor.

În aceste biocenoze o largă dezvoltare o au organismele saprofage — cele care se hrănesc atît cu materiale organice moarte—sedimente—cît şi cu bacterii floconate vii. Dintre acestea menţionăm larvele de chironomide, culicide şi psychodide, precum şi oligochetele limbriculide şi tubificide, ultimele formînd în porţiuni mai puţin adînci, adevărate îngrămădiri care ne apar ca nişte petece roşietice pe fundul iazului.

Predatorii sînt întîlniţi în număr redus; putem cita unele heteroptere, larve de coleoptere, mai rar unii peşti care supravieţuiesc în carenţă de oxigen. În orice caz, predatorii existenţi în aceste biocenoze nu sînt în număr suficient de mare pentru a consuma masa verigilor trofice inferioare, ceea ce duce la un export neîncetat de material organic viu. În aceste iazuri pot fi crescuţi şi peşti, dar calitatea cărnii lor, poate fi afectată de acumularea unor poluanţi. Ei au rol de consumatori secundari şi indicatori ai calităţii apei din iazuri.

Ţinînd seama de cele arătate mai înainte, lanţurile trofice diferă de cele existente în ecosistemele naturale, ponderea organismelor existente fiind total alta.

Biocenozele instalate variază de la un iaz la altul în funcţie de compoziţia chimică a apelor uzate, de încărcarea organică, timpul de staţionare, grosimea sedimentelor şi prezenţa vegetaţiei acvatice şi palustre.

Între biotopul şi biocenoza iazurilor de epurare există o interdependenţă foarte accentuată, ades modificări mici ale parametrilor avînd repercusiuni de mare amploare. De exemplu vîntul poate agita masa apei, antrena suspensiile, astfel încît în 10—15 minute se poate trece de la suprasaturaţie de oxigen la anaerobie, fapt ce duce la moartea unei mari părţi a organismelor filtratoare existente în masa apei sau a peştilor. Întreaga funcţionare a ecosistemului este condiţionată pe lîngă cele arătate de factorii fizici, lumină şi temperatură. Toate procesele ce au loc se desfăşoară cu mare intensitate, cu pierdere de energie sau stocarea sa sub formă de depozite pe fundul iazurilor. Cu timpul aceste depozite se acumulează, stratul de apă se reduce, durata de staţionare a apei scade şi implicit se micşorează şi eficienţa de epurare. În acest caz iazurile sînt scurse, nămolul este lăsat să se usuce şi oxideze aerob, după care este scos şi utilizat ca îngrăşămînt pe terenurile agricole. Ulterior iazul este reumplut cu

apă și utilizat din nou de la început pentru epurarea apelor uzate. Efluentul iazurilor, bogat în material organic viu și în substanțe nutritive, poate fi folosit cu succes la irigații sau la alimentarea iazurilor piscicole.

În țara noastră iazurile de epurare biologică sînt destul de larg folosite, deși ele au fost din punct de vedere științific foarte puțin studiate (Mălăcea, 1969) și pe această bază folosite în condiții optime la epurare.

În anii 1955—1957, Mălăcea (1960) a studiat iazurile în care se deversau apele uzate de la fabricile de zahăr Chitila. Aceste ape se colectau în cursul toamnei și iernii, în cursul campaniei de fabricație și erau apoi menținute cît mai mult (nedepășind momentul începerii campaniei din anul următor), în scopul realizării unei „autopurificări" cît mai avansate, cînd era evacuată în rîul receptor (Colentina) sau era valorificată prin piscicultură. În cursul acestei perioade de autopurificare se petrecea o transformare a biotopului similară celei din rîurile poluate și o succesiune caracteristică de biocenoze.

Apele uzate deversate sînt opalescente, cu miros caracteristic de sfeclă, cu suspensii destul de numeroase provenite de la depulparea sfeclei, cu o încărcare organică ridicată (2 800 mg/l exprimat în $KMnO_4$ și cu un consum biochimic de oxigen de 2 400 mg O_2/l).

Bazinele au o adîncime de 1,5—2,5 m și sînt lipsite de macrofite acvatice și palustre.

Încă de la început, în iazuri încep să se desfășoare procese bacteriene de fermentare anaerobă a căror desfășurare ține de modul în care are loc modificarea chimismului apei. Apa este populată cu bacterii *(Beggiatoa alba,* este foarte dezvoltată*)* și ciuperci (îndeosebi *Fusarium aqueductum* care e prezentă în zonele unde apa conține cît de puțin oxigen). La începutul lunii mai, apa este acidă (p*H* 5,2—7) posedă o încărcare organică mare și este lipsită de oxigen dizolvat. Acum apar ciliatele și flagelatele incolore de tipul *Polytoma, Carteria* și *Chlamidomonas.* Are loc o înmulțire a ciliatelor, a unor diatomee și alge verzi în zona din imediata vecinătate a fundului bazinului.

În iunie și iulie oxigenul dizolvat este în continuare absent, pH-ul devine slab alcalin, încărcarea organică rămîne neschimbată (150—300 mg/l). Are loc înmulțirea exuberantă a fitoflagelatelor, *Clamydobotrus, Spondylomorium* și *Astana,* a algelor verzi *Scenedesmus, Ankistrodesmus* și *Actinastrum* și a diatomeelor. Alături de protozoarele care se înmulțesc și se diversifică apar rotiferii *Brachionus, Cephalodella* și *Asplanchna,* iar pe fund se înmulțesc larvele muștei *Eristalis.* Spre sfîrșitul verii apa este alcalină (pH-ul crește pînă la 9,3), încărcarea organică continuă să se reducă, deși depozitele de nămol de pe fund elimină în apă continuu substanțe organice dizolvate. Acum se dezvoltă algele coloniale *Pandorina morum, Eudorina illinoisensis* și flagelatele *Euglena granulata, Astasia klebsii* și *Phacus pleuronectes,* care înverzesc apele și determină vara o suprasaturare cu oxigen (au fost înregistrate valori de pînă la 32,2 mg O_2/l). Bacteriile și ciliatele se reduc, zooplancterii se dezvoltă abundent: dintre rotiferi sînt întîlnite 7 specii, dintre cladocere *Moina rectirostris, Moina macropora* și *Bosmina longirostris* și apar stadiile tinere de copepode. În bentos are loc înmulțirea numărului de chironomide (îndeosebi *Tendipes cf. plumosus*), spre toamnă aceste specii sînt evacuate treptat în emisar.

Între caracteristicile biotopului și biocenozelor se instalează o permanentă intercondiționare, ele transformîndu-se neîncetat pe principiul autoreglării de tip feed-back. Transformarea biocenozei are loc în sens unic și

este condiționată de modificarea chimismului (descompunerea substanțelor organice, desfășurarea mineralizării pH-ului etc.), creșterea temperaturii și apariția oxigenului dizolvat, Biocenoza evoluează de la predominanța reducătorilor la coexistența cu consumatorii și apoi la înmulțirea producătorilor și a consumatorilor de tip filtratori activi.

Consumatorii apar îndeosebi ca bacterivori și apoi ca fitofagi. Numai la stadiile avansate de autoepurare se ivesc răpitori.

La combinatul de selecția și testarea porcilor de la Gornești jud. Mureș (S. G o d e a n u ș.a., 1978) s-au studiat procesele ce au loc în 3 iazuri de epurare care sînt alimentate liniar și permanent cu ape uzate prepurate mecanic. Datorită încărcării mari a apei cu substanțe organice dizolvate și coloidale (a celor solide sub formă de suspensii fine ce se depun în prima parte a bazinului) în bazinul nr. 1 se desfășoară numai procese anaerobe de fermentație, cu degajare de bioxid de carbon și metan. Apa are un pH de 6,5 și o încărcare organică de 1000—13000 mgO_2/l (exprimat în CCO—Cr). Organismele predominante sînt bacteriile și ciupercile. La suprafața apei plutește spumă și se ridică bucăți de nămol care sînt antrenate de gaze. În iazul al 2-lea, aceste ape își continuă fermentarea, dar procesele devin facultativ aerobe (pH-ul este de 6,5, încărcarea organică scade la 600—800 mg O_2/l). Alături de bacterii care continuă să fie prezente în număr mare, apar flagelate *(Polytoma, Euglena, Bodo, Astasia)*, care nu se dezvoltă însă în număr extraordinar și se ivesc primele alge verzi monocelulare. Se dezvoltă ciliatele *Metopus, Colpoda, Colpidium* și *Loxophyllum*, iar pe fund și în masa apei se înmulțesc larvele de *Stratiomys* și ciliatele.

În bazinul al 3-lea a fost plantat în prima sa treime stuf în scopul utilizării plantelor superioare la extragerea substanțelor organice din apă. În acest bazin au loc procesele aerobe de epurare. Apa pătrunde cu o încărcare organică de 1000—370 mg O_2/l și un pH de 6,5—7,3 și iese cu o încărcare organică de 30—125 mg O_2/l și un pH de 7,2—7,7. Depunerile de nămol în iaz sînt reduse, în apă se dezvoltă în perioadele reci mai ales flagelatele *Monas, Pleuromonas, Euglena* și *Polytoma* care dau o colorație verzuie apei. În perioadele calde cele mai numeroase sînt algele verzi *Chlorella* și *Scenedesmus*. Protozoarele sînt numeroase tot anul, dar îndeosebi în sezoanele reci. Se întîlnesc *Chilodonella, Paramecium, Litonotus*. În cursul verii în masa apei trăiesc foarte numeroși rotiferi *Epiphanes* și *Brachionus*, cladocerul *Moina* și larvele de culicide. Fundul bazinului este populat de larvele de chironomide. Pot apărea coleoptere, heteroptere și mai rar oligochete. Apele care părăsesc iazul și sînt deversate în rîul Mureș conțin puține substanțe organice dizolvate, dar un mare număr de alge, flagelate, rotifere și cladocere, care constituie o valoroasă sursă exogenă de hrană pentru fauna piscicolă reofilă. Aceasta este cauza pentru care se prevede introducerea unor pești și în iazul 3.

Se poate observa că procesele care au fost descrise — în timp — de M a l a c e a la Chitila se repetă, dar în spațiu — la Gornești (aici fiind o alimentare continuă a iazurilor).

7.4. AGROECOSISTEME

Un rol important în biosferă îl ocupă terenurile agricole sau ecosistemele agricole care s-au format ca urmare a intervenției omului asupra ecosistemelor naturale.

Întrucît terenurile de cultură se află sub permanenta supraveghere a omului şi suferă transformări necontenite prin lucrări agricole, se pune întrebarea dacă între organismele care le populează se formează conexiuni biocenotice relativ stabile, relaţii de interacţiune de un tip propriu. Altfel spus, se pune întrebarea dacă în terenurile de cultură se formează biocenoze sau numai anumite stadii iniţiale ale dezvoltării biocenozei. Într-adevăr planta de cultură şi organismele perifite şi endofite dependente de ea (bacterii, ciuperci, protozoare, nematode, insecte etc.) nu sînt componente constante ale ecosistemului. Prin recoltă, biomasa vegetală este îndepărtată şi odată cu ea dispar şi multe fitofage ataşate plantei de cultură. Doar flora de buruieni, ciupercile, bacteriile şi animalele asociate cu acestea sînt componente mai stabile.

Organismele din sol şi de pe sol sînt componente constante şi caracteristice ale ecosistemelor cultivate. La fel factorii abiotici: solul cu elementele sale anorganice şi organice, factorii climatici, fluxul energetic etc. sînt numai parţial modificaţi de om. Pe baza acestor date se poate afirma că terenurile cultivate sînt ecosisteme *semiartificiale*, în care omul şi-a pus puternic amprenta, dar care păstrează şi unele caracteristici primare.

7.4.1. CARACTERISTICILE ECOSISTEMELOR AGRICOLE

Ecosistemele agroculturale sînt rezultatul intervenţiei omului ca factor ecologic constructiv în natură. Ele alcătuiesc un biom aparte — *Antropogea*. Asemenea ecosisteme cuprind: locurile ruderale, grădinile, livezile, terenurile cultivate cu cereale, plantele tehnice etc.

Biocenozele din aceste ecosisteme sînt delimitate de biocenozele naturale prin cîteva caracteristici fundamentale:

— Principalii producători de substanţă organică primară sînt plantele de cultură. Flora spontană de buruieni are numai un rol secundar ca producător. Celelalte componente ale agrobiocenozei sînt: edafonul (organismele din sol); organismele de sub resturile vegetale de la suprafaţa solului; perifitele şi organismele permanente (dăunătorii şi paraziţii).

Componenta animală de sub resturile vegetale şi de la baza plantelor deţin în agrobiocenoză rolul de filtru al migraţiei organismelor de sol spre stratul de vegetaţie şi invers.

Majoritatea animalelor epigee (de la suprafaţa solului) sînt răpitoare, mai ales entomofage, contribuind la reglarea şi reducerea numerică a fitofagelor. Fenomenul este posibil, deoarece multe insecte fitofage dăunătoare parcurg cel puţin o parte din dezvoltarea lor în sol.

— Compoziţia florei de buruieni şi a lumii animale este determinată în primul rînd de natura solului şi numai în mod secundar de planta de cultură.

— Uniformitatea suprafeţei substratului favorizează dominarea animalelor care se deplasează prin alergare: păianjeni, carabide, forficulide, grilide, formicide etc.

— Din cauza instabilităţii biomasei vegetale (îndepărtată de om sub formă de recoltă), fitofagele constante în biocenoză nu ocupă o pondere mare printre animalele de pe sol sau de sub resturile de plante. Grupa dominantă este formată din zoofage.

— Agrobiocenozele sînt lipsite de mecanisme naturale de autoreglare. Reglarea numerică fiind realizată de om prin lucrări agrotehnice.

— Rezistența naturală față de invazia dăunătorilor este foarte slabă. Uniformitatea producătorilor cultivați pe terenuri întinse (monoculturi) favorizează atacul dăunătorilor. În lupta dintre dăunători și agrobiocenoză șansele de victorie sînt de partea dăunătorilor.

— Diversitatea speciilor este redusă la maximum.

7.4.2. ORIGINEA TERENURILOR AGRICOLE

În diferite regiuni climatice ale globului s-au format de-a lungul timpului peisaje cu totul deosebite. Este de remarcat în acest sens că la latitudinile nordice ale globului, respectiv ale Americii și Eurasiei au apărut și există un imens cordon de tundră. În continuare se află instalată zona pădurilor de conifere (taiga), iar spre sud, în regiunile temperate ale Europei, Asiei orientale și în partea dinspre oceanul Atlantic a Americii de Nord i se alătură biomul pădurilor cu frunze caduce (Sylvaca). Această formațiune este cea mai populată de oameni și a fost supusă cel mai mult atacurilor civilizației și a gospodăriei. Din această cauză suprafața pădurilor s-a redus substanțial în favoarea culturilor agricole.

În marile regiuni secetoase ale globului au apărut, în funcție de condițiile de umezeală: pustiuri, stepe, savane și păduri xerofite, iar în regiunile ploioase de la tropice păduri luxuriante. În sfîrșit mai există tipul de peisaj litoral în care sînt adunați toți biotopii care se învecinează cu apa: malurile apelor de tot felul, coastele și pămîntul aluvionar al mărilor, stufărișurile, depresiunile mlăștinoase și regiunile inundabile, boschetele litorale și pădurile mlăștinoase etc. Terenuri litorale cu caracterele menționate se găsesc în toate zonele climatice.

Omul a transformat din ce în ce mai mult terenurile inițiale datorită agriculturii și creșterii vitelor, a construcțiilor și a amenajării apelor etc. Această transformare a avut o acțiune pozitivă asupra creșterii populației umane (fig. 46).

Dacă ne mărginim la ținuturile din zona temperată a emisferei nordice în care se află și țara noastră, constatăm că după epoca glaciară a apărut o mare cantitate de apă din topirea ghețarilor care a ocupat largi porțiuni din șesul Eurasiei și al Americii de Nord. Mai tîrziu, fluviile cu curs liniștit, au cuprins în timpul viiturilor, întreaga albie primitivă și au depus materialul aluvionar adus de ele. Pe acest sol bine mineralizat de apele freatice s-au format cu timpul bălți fluviale și păduri de luncă. La țărmul mărilor, fluviile au adus în estuare o mare cantitate de aluviuni. În aceste soluri fertile au apărut după retragerea apelor întinse terenuri agricole.

Un rol important în crearea terenurilor agricole l-au avut și alte fenomene apărute în „sînul" naturii. Pe locul fostelor păduri arse în urma incendiilor spontane rezultate din fenomene naturale s-au cultivat plante, sau au devenit „pajiști" pentru creșcătorii de animale. Tot în cadrul naturii, în unele zone ale globului, castorii au avut un rol esențial în distrugerea pădurilor. Bararea apelor curgătoare pentru a-și ascunde intrarea în vizuine, a dus la formarea unor mari lacuri de acumulare. Rolul pădurii s-a sfîrșit prin pieirea plantelor lemnoase. Ruperea barajelor a favorizat dezvoltarea pe fostul fund de lac a ierburilor luxuriante. Asemenea pajiști naturale la producerea cărora castorii au jucat un rol esențial au furnizat primilor coloniști din America de

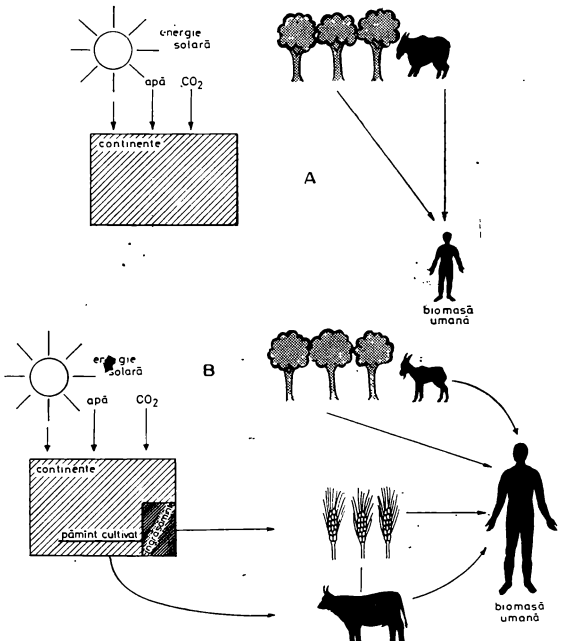


Fig. 46. Creșterea biomasei umane în perioada de vînători și de agricultori: *A*, biomasa redusă realizată din hrana obținută din culeș și vînat, *B*, biomasă crescută datorită descoperirii agriculturii

Nord recolte bogate de fîn și terenuri fertile pentru agricultură (S c h o t t, 1934). În general terenurile umede neîmpădurite au ușurat totdeauna dezvoltarea agriculturii.

Condiții cu totul opuse erau în stepe. Seceta îndelungată obliga pe oameni să emigreze, încît, timp de secole asemenea ținuturi s-au caracterizat printr-un nomadism accentuat al populației umane. Cînd omul s-a stabilit definitiv în aceste ținuturi și a apărut un pășunat intens, s-a ivit pericolul formării semipustiurilor, unde plantele și animalele mezofile au fost înlocuite cu organisme xerofile (M e d v e d e v, 1959). Relicte de stepe tipice Europei orientale s-au păstrat și în Europa centrală. Ele au apărut în perioada caldă post-

glaciară, înaintea climatului mai umed și rece care a dus la acoperirea aproape în întregime cu păduri a acestor locuri (F r a n z, 1939).

Asemenea „pămînturi sterpe de stepă", ca și pădurile mai rare de stejar au fost populate în parte de oameni chiar de la sfîrșitul epocii de piatră.

Pînă la intervenția puternică a omului asupra naturii în spațiul Europei Centrale, regiunea era acoperită în mare parte cu păduri de foioase și păduri mixte, întrerupte din loc în loc de stepe. Din contră, în regiunile din sud-estul Europei dominau pe mari întinderi stepele. Odată cu apariția agriculturii, a creșterii vitelor și a comerțului în perioada mai nouă a epocii de piatră, au început marile modificări ale vegetației determinate de om. Înainte de aceste modificări, omul a cauzat schimbări ale peisajului, mai ales cu ajutorul focului. Apoi prin lucrarea pămîntului, la început cu sapa și apoi cu plugul, irigațiile și drenajele, cultura plantelor utile, pășunatul animalelor domestice și dezvoltarea construcțiilor de locuințe au dus la modificarea profundă a terenurilor (F r e i t n g, 1962).

În locul pădurilor mezofile incendiate au fost create livezi și ogoare. În locul pădurilor mlăștinoase s-au dezvoltat, după despădurire, formațiuni vegetale bogate în rogoz și arbuști ce puteau servi ca așternut vitelor. Prin cosire, îngrășăminte și drenaj, multe din ele au fost transformate, ca și mlaștinile, în livezi sau după desțelenire în ogoare fertile.

Pădurile de conifere odinioară uscate, au fost transformate după despădurire, în pășuni extensive. În locul pădurilor de foioase iubitoare de căldură se întind în prezent vii și pășuni uscate. Stepele au devenit pășuni pentru oi. În munți, actualele terenuri ierboase care servesc ca pășuni sărăcăcioase, purtau altădată falnice păduri de altitudine.

Prin incendii, despăduriri, reglări de cursuri de apă, desecări de bălți și mlaștini, desțeleniri sau pășunărit, suprafețele utile agriculturii s-au lărgit atît de mult de-a lungul secolelor, încît astăzi ele ocupă în Europa peste 50% din teritoriu.

7.4.3. ORIGINEA PLANTELOR CULTIVATE

Un loc important în cercetarea agrobiocenozelor îl ocupă problema privind originea organismelor care formează în prezent comunitățile vegetale și animale din livezi, vii, ogoare etc. În măsura în care anumiți biotopi sînt preferați, se poate adesea oglindi provenința unei specii. Trebuie însă să se țină seama că numeroase organisme din noile teritorii agricole nu au fost totdeauna autohtone în arealele lor de azi, ci au fost aduse voit sau nu de către om. Biotopii deja cultivați sînt mai ușor populați cu specii holarctice, decît biotopii primitivi. Terenul este de aceea uniformizat (europenizat) pretutindeni și și-a pierdut unele caractere anterioare (E l t o n, 1958).

Cele mai multe din plantele cultivate la noi provin din regiunile muntoase ale zonelor calde. Pe baza observațiilor a numeroase expediții s-au putut stabili centrele de dezvoltare, în care diferite specii se caracterizează printr-o mare bogăție de forme (V a v i l o v, 1928). Din aceste „centre genetice" provine marea diversitate a unităților ereditare a acestor plante.

Regiunile marginale de răspîndire a unei specii prezintă de obicei o uniformitate mai mare. Acolo unde plantele cultivate au ajuns în regiuni în care acționează aceleași forțe naturale ca în „centrele genetice" inițiale, s-au format noi „centre genetice" secundare.

O regiune deosebit de importantă în originea plantelor cultivate este Asia de la sud-vest de Caucaz și Asia Mică răsăriteană pînă la platoul Pamir. Din această regiune provin: grîul *(Triticum vulgare)*, secara *(Secale cereale)*, orzul *(Hordeum distichum)*, inul cu semințe mici *(Linum usitatissimum)*, lintea *(Lens culinaris)*, bobul *(Vicia faba)*, mazărea *(Pisum sativum)*, lucerna sălbatică *(Medicago sativa)*, rapița *(Brassica rapa)* și ceapa culinară *(Allium cepa)*, precum și cei mai importanți pomi fructiferi ca: mărul, părul, prunul, cireșul și vișinul.

Un alt mare centru de origine al plantelor cultivate îl formează ținuturile muntoase și coastele Mediteranei. Aici este patria lupinului *(Lupinus* sp.*)*, trifoiul *(Trifolium* sp.*)*, sfeclei de zahăr și a sfeclei furajere *(Beta vulgaris)*, a verzei *(Brassica oleracea)* și a rapiței *(Brassica rapa)* etc. Morcovul de grădină provine din regiunea mediteraneană prin încrucișarea morcovului sălbatic *(Daucus carota)* din Asia Centrală cu morcovul uriaș *(Daucus maxima)*, iar ridichea de lună *(Raphanus sativus)* din încrucișarea speciei *Raphanus maritimus* (atlantico-mediteraneană) cu *Raphanus rostratus* (vest mediteraneană-pontică) (T h e l l u n g, 1927). Această regiune reprezintă un centru genetic secundar pentru mazăre, fasole, in. Tot din această regiune mai provin: pătrunjelul *(Petroselinum sativum)*, sparanghelul *(Asparagus officinalis)* și țelina *(Apium graveolens)*.

Podișul Abisiniei este un centru genetic secundar pentru unele specii de grîu, orz, mazăre și linte. Acolo cafeaua este la ea acasă. Din Asia de sud provin: orzul (cu mai multe rînduri) *(Hordeum polystichum)*, piersicul *(Persica vulgaris)*, caisul *(Armeniaca vulgaris)* și soia *(Glycine hispida)*. În India, își au patria orezul *(Oryza sativa)* și trestia de zahăr *(Saccharum officinale)*.

Din numeroase „centre genetice" din lumea nouă, Mexicul montan pînă în Guatemala, este leagănul diferitelor soiuri de fasole *(Phaseolus)*, castraveți *(Cucurbita)*, tutun *(Nicotiana rustica)* și bumbac *(Gossypium hirsutum)*. Această regiune reprezintă centrul genetic secundar pentru porumb. Munții Anzi, din Columbia pînă în Chile, reprezintă locul de origine pentru cartof *(Solanum tuberosum)* și tomate *(Lycopersicum esculentum)* și centrul genetic primar pentru porumb *(Zea mays)*, tutun de Virginia *(Nicotiana tabacum)* și pentru specia de bumbac *(Gossypium barbadense)*. Unele specii au devenit utile trecînd prin faza de buruieni. Ele sînt numite plante cultivate secundar (V a v i l o v, 1928). Dintre aceste plante se citează secara *(Secale cereale)* și ovăzul *(Avena sativa)* care au pătruns mai întîi în culturile de grîu și orz ca buruieni, apoi au fost luate în cultură. Secara se întîlnește și astăzi ca buruiană în culturile de grîu din Asia Mică. La fel lintea, inul și chiar mazărea au fost la început buruieni.

Alte plante au însoțit la început ca buruieni așezămintele omenești. Ele existau pe grămezile de moloz, pe cele de gunoi sau pe cele de îngrășăminte, de unde au fost duse în grădini pentru a servi ca garnituri vegetale. Astfel au fost de exemplu: sfecla, spanacul, mușțarul alb, țelina, morcovul, tomatele, cartofii, macul, cînepa, urzica. Ca buruieni acestea au găsit condiții favorabile de viață, în locuri bogate în substanțe nutritive, în apropiere de om.

Cele mai vechi plante de cultură sînt considerate orzul, grîul, inul și mazărea, fiind cunoscute de cel puțin 4000 de ani î.e.n. în Babilon și Egipt. Despre secară cele mai vechi descoperiri datează de peste 3000 de ani.

Influența omului asupra plantelor nu s-a limitat numai la plantele utile. Istoria buruienilor este tot atît de veche ca și agricultura, ele pripășindu-se în culturile agricole. Cu cît cerințele ecologice ale buruienilor se aseamănă

mai mult cu cele ale plantelor cultivate, cu atît prosperă mai mult pe ogoare și în grădinile de legume. O parte din ele au existat în patria de origine a plantelor cultivate și pe drumul lor de migrație (archaeophytae), altele au venit la noi abia în epoca istorică (neophytae). în fine, un număr mare de buruieni a provenit din flora sălbatică a propriei țări (apophyta). Dintre plantele existente în Europa, devenite buruieni în epoca preistorică, unele specii erau locale, iar altele proveneau din culturile din Asia de sud-vest și din regiunea mediteraneană, de exemplu: ovăzul sălbatic *(Avena fatua)*, neghina *(Agrostemma githago)*, macul roșu și macul hibrid *(Papaver rhoeas* și *Papaver hibridum)*, muștarul de cîmp *(Sinapis arvensis)* și ridichea *(Raphanus raphanistrum)*.

Ca specii noi, în epoca istorică, au pătruns în Europa Centrală din Asia și regiunea mediteraneană șopîrlița persană *(Veronica persica)*, trepădătoarea *(Mercurialis annua)* și unele specii de măzăriche *(Vicia pannonica* și *Vicia villosa)*. Din interiorul Asiei prin Europa de est, a venit cruciulița de primăvară *(Senecio vernalis)*. Din America de Nord s-a încetățenit începînd din secolul al XVII-lea luminița nopții *(Oenothera biennis)*, iar de la începutul secolului al XIX-lea planta *Galinsoga parviflora* (originară din Peru), a devenit o buruiană dăunătoare, pe ogoarele de altitudine înaltă din Europa, Asia și Australia. Pe de altă parte multe specii autohtone din Europa au trecut în America de Nord de exemplu: pirul *(Agropyron repens)*, pălămida *(Cirsium arvense)*, urzica *(Urtica dioica)*, unele specii de pătlagină *(Plantago)*, susai *(Sonchus)*. În numeroase cazuri, buruienile au fost transportate odată cu apariția comerțului. Alte specii s-au răspîndit prin intermediul grădinilor botanice. Așa s-a întîmplat în Europa cu speciile *Veronica persica, Erigeron canadense, Matricaria discoidea* etc.

Cele mai multe plante de pe ogoarele Europei Centrale provin de pe digurile litorale, marginile inundabile și malurile prăbușite sau de pe locurile din apropierea construcțiilor făcute de animalele coloniale pe coastele și văile rîurilor periodic uscate.

7.4.4. ORIGINEA ANIMALELOR DIN ECOSISTEMELE AGRICOLE

Vorbind de originea animalelor prezente în terenurile agricole se pun o serie de întrebări: de unde provin numeroasele specii de animale care populează suprafețele cultivate, unde au trăit înainte de intervenția omului păsările, mamiferele, insectele, păianjenii, melcii și multe animale din sol.

Aceste probleme se impune a fi cercetate separat pentru fiecare zonă climatică. Cunoașterea ecologică a unor asemenea probleme prezintă nu numai un interes teoretic, ci și unul practic: cunoașterea rezervelor naturale ale organismelor dăunătoare sau utile agriculturii.

Din fauna primitivă de pădure care a existat înainte de despădurire și desțelenire nu au mai rămas astăzi în terenurile agricole decît puține specii. Cel mai bine s-au păstrat animalele din sol: nematodele, rîmele, diplopodele și chilopodele. Animalele din liziera pădurilor și din pădurile cu luminișuri au găsit numai parțial condiții potrivite în livezile de pomi fructiferi. Astfel în Europa Centrală se poate da ca exemplu din această categorie: *(Turdus merula)*, pițigoiul *(Parus major)*, gîndacul zmeurei *(Byturus tomentosus)*, gărgărița merilor *(Anthonomus pommorum)* etc. În schimb, pădurea cu trunchiurile arborilor, cu cuiburile animalelor, cu ciupercile și cu semințele plantelor, reprezintă biotopul inițial al unor numeroși dăunători ai locuințelor ca: *Anobium, Tenebrio, Drosophila* și *Dermestes*.

Un mare număr de specii animale din terenurile cultivate, în special din zona pădurilor temperate, își au originea în zonele litorale, în mlaștinile și bălțile puțin adînci (S h e l f o r d, 1915). Cercetările făcute în regiunea inundabilă a Tisei, în Ungaria, au arătat că această regiune poate fi considerată ca biotopul inițial al multor animale de cîmp și pășune. Astfel, șoarecele mare de cîmp *Arvicola terestris*, dăunător în grădini și livezi, este un locuitor adevărat al malurilor apelor. În tundra și pădurile din U.R.S.S., biotopii acestei specii se întind, datorită condițiilor aspre de aici, ca niște fășii de-a lungul fluviilor. În peisajul mult mai variat din Europa Centrală acest animal este mai puțin legat de malul apelor, putînd popula chiar regiuni mai uscate. Regiunile de coastă și malurile rîurilor formează biotopul original al șobolanului *Rattus norvegicus*, pe cînd pentru șobolanul de casă, biotopul lui inițial îl forma arborii pădurilor.

Din cordoanele litorale de stuf, șoarecele pitic a trecut în agrobiocenozele cerealiere. Aceeași trecere de la stufăriș la cereale și rapiță au făcut-o și pitulicea de stuf *(Acrocephalus palustris)*; alte păsări din zona litorală s-au adaptat la culturile din lunci, livezi și cîmpii. Codobatura *(Motacilla cinerea)*, mărăcinarul *(Saxicola ruberta)* și becațina *(Capella gallinago)* au trecut ușor de la mlaștini la livezile de pomi fructiferi.

Trebuie amintit că agricultura a izgonit unele animale din terenurile cultivate, iar pe altele le-a atras. De pildă, în regiunea de vărsare a Rinului, 12 specii de păsări n-au mai putut trăi în noile culturi: 22 specii au apărut ca noi în regiunile transformate în culturi agricole, iar 23 de specii indigene au fost oarecum favorizate (H o f m a n, 1958). Alte exemple ne oferă fauna de insecte și alte mici animale. Coropișnița *(Gryllotalpa vulgaris)* are nevoie pentru a se dezvolta de căldură și de umezeală suficientă, așa cum se constată în sudul Franței, șesul Padului etc. În Europa Centrală ea se dezvoltă în condiții optime în livezile și ogoarele umede, cu sol afînat. Urechelnița *(Forficula auricularia*, vara caută biotopi umezi care îi găsește de obicei în locuințe, în interiorul unor fructe etc. Carabidul *Broscus cephalates* trăiește în împrejurimile rîurilor și la țărmul mării, dar și în culturile învecinate.

În Europa Centrală există o coincidență izbitoare a carabidelor și stafilinidelor care se localizează în biotopii litorali cît și în cei agricoli. Astfel, dintre paraziții ouălor se pot cita viespile *Trichograma semblidis* și *Trichogramma evanescens*, la care legătura cu biotopul este mai puternică decît dependența lor de gazdă. Prima specie caută ouă de diferite insecte aflate pe vegetația malurilor de ape *(Sialis, Chrysops)*, din cîmpie *(Mamestra brassicae)* și vii *(Clysia, Polychrosis)*, a doua specie preferă insectele din culturile de varză *(Mamestra brassicae, Pieris brassicae, Syrphus)*.

Despădurirea a permis la numeroase păsări din stepă și pădure să devină specii caracteristice mediului agrar. Așa sînt: graurul, vrabia domestică și de cîmp etc.

În S.U.A. multe insecte au devenit dăunătoare culturilor de grîu după transformarea preeriei. O comparație între fauna de stepă primitivă și aceea a unei culturi de grîu instalată după desțelenire, observată în U.R.S.S., a arătat că înainte de desțelenire existau 330 de specii terestre stepicole pe cînd în culturile de grîu numărul lor s-a redus la 142 specii. Totodată numărul indivizilor pe m^2 era în stepă de numai 199, iar în lanul de grîu numărul lor a ajuns la 351.

În stepă erau 41 de specii dominante și constante, iar în culturile de grîu numai 19. Cele 19 specii formau în cultura de grîu 94% din cantitatea de mici

animale, pe cînd cele 41 specii dominante și constante de stepă formau numai 54% din totalul animalelor mici.

Unele animale de stepă nu se mai pot menține pe teritoriul cultivat (melcul *Vallonia pulchella* sau hîrciogul *Cricetus cricetus*), iar altele se reduc numeric (colembolul *Sminthurus viridis*, cicada *Graphacraerus ventralis*). Diferite specii devin mai frecvente decît erau în stepele ierboase *(Haplothrips tritici, Phyllotreta vittula, Hadena sordida)*.

Ploșnița cerealelor *(Eurygaster integriceps)* originară din stepele înalte ale Caucazului și Munții Asiei de sud-vest, se hrănea la început cu ierburi sălbatice. Prin cultivarea grîului în stepă numărul său a scăzut dar arealul său a crescut. Ea a devenit unul din cei mai importanți dăunători ai grîului în Turcia, Iran, Irak și în sudul U.R.S.S. Din cauza diapauzei care începe în vară după recoltarea grîului, ea trece fără pericol acest stadiu. Ritmul său fenologic corespunde cu cel al grîului, ceea ce i-a favorizat răspîndirea pe marile monoculturi de cereale.

Cercetările experimentale făcute la cicadele din terenurile agricole în Europa Centrală au arătat că speciile originare din stepă se comportă ca forme euriterme și xerofile; iar cele provenite din biotopul litoral — se comportă ca forme mezoterme sau mezofile, pînă la higrofile. În cîmpiile nisipoase, ierboase și cu sol se dezvoltă artropode xeroterme, care pot fi denumite ca elemente de stepă în sensul cel mai larg, pe cînd în solurile grele se dezvoltă populații originare zonelor litorale și de pădure.

Deoarece formațiuni litorale există și în zona cu climă caldă, speciile provenite din biotopii umezi pot să populeze și acolo terenurile agricole. Acest lucru a rezultat clar din cercetările efectuate în Georgia (U.R.S.S.), unde s-a constatat convieţuirea în culturile agricole a insectelor provenite din biotopii calzi și uscați alături de cele provenite din zonele de lîngă malurile apelor. În această situație pe lîngă specii mezofile sau eurihigre ca *Gryllotalpa vulgaris, Athalia rosae, Pieris brassicae, P. rapae* și *P. napi*, s-au găsit și specii care suportă sau preferă căldura și uscăciunea din culturile agricole cum sînt: *Gryllus desertícus, Dociostaurus maroccanus*, ploșnițe din genul *Eurygaster* și *Aelia*, gîndacii ca *Zabrus tenebrioides, Opatrum sobulosum*.

În concluzie, putem spune că agricultura tinde să ducă la o nivelare a condițiilor abiotice și a biocenozelor, ceea ce se oglindește foarte bine și în faună. Cîmpiile cultivate din zona de stepă au în general o microclimă mai umedă decît stepa primitivă, cîmpiile din zona pădurilor de foioase din Europa Centrală și din Statele Unite au de obicei o climă mai uscată decît pădurile și pășunile din jur. În pădurile uscate din Italia se dezvoltă carabide și alte insecte, care în Europa Centrală populează cîmpiile și evită pădurile, de exemplu așa se comportă specia *Carabus cancellatus*.

Opus acestei specii, alte specii, ce în Europa Centrală sînt caracteristice pădurilor, în Italia se găsesc în culturile agricole, care în general sînt mai umede în comparație cu pădurile.

7.4.5 MONOCULTURILE *

Una din condițiile de bază pentru obținerea de recolte ridicate este stabilitatea conexiunilor biocenotice care asigură ecosistemului rezistență față de schimbările neprevăzute ale factorilor abiotici și biotici, în special,

* Aici termenul monocultură se folosește în sens ecologic pentru suprafețe cultivate cu o singură specie).

față de invazia fitofagelor care pot distruge recolta. Principala problemă a ecologiei agricole este descoperirea și realizarea în practică a unei structuri optime de rezistență a agrobiocenozei.

Majoritatea terenurilor de cultură sînt însă monoculturi. Sub aspect ecologic, monoculturile sînt agrobiocenoze, în care nivelul trofic al producătorilor primari este ocupat de o singură specie ca element dominant. Uniformitatea producătorilor atrage după sine uniformitatea consumatorilor.

Monoculturile ocupă suprafețe întinse și asigură anual recolte ridicate. Planta de cultură monodominantă nu are concurent în lupta pentru lumină, apă și pentru utilizarea substanțelor abiotice din sol. Agricultura pe o singură specie vegetală simplifică și măsurile agrotehnice, organizarea muncii fiind astfel mai economică. Dar intervine un revers. Prin monocultură au fost distruse pe teritorii întinse conexiunile biocenotice naturale care asigurau autoreglarea și împiedicau creșterea numerică excesivă a fitofagelor. Multe specii patogene și dăunătoare aveau în biocenozele spontane o densitate redusă sub densitatea periculoasă pentru plante. În monoculturi, o parte din ele ating culmi numerice care periclitează recolta. Aici noul mers al dinamicii populațiilor unor fitofage va fi favorizat de aridizarea microclimei prin agricultură, de eliminarea multor răpitori și paraziți care n-au mai rezistat schimbării condițiilor de mediu, cît și de surplusul de hrană vegetală apărută. Este suficient să amintim în acest sens, exploziile ecologice în monoculturi ale unor animale (gîndacul de Colorado, filoxera, șoarecele de cîmp etc.).

Este sigur că biocenozele alcătuite dintr-un număr redus de specii (plante de cultură, animale epigee etc.) sînt lipsite de rezistență față de invazii. În lupta ecologică biocenoză-dăunători, biocenoza nu are șanse de victorie. Această idee se întemeiază pe șase argumente:

1) Teoria lui Volterra ce postulează că sistemele alcătuite din două populații sînt instabile; chiar dacă sînt în echilibru, pot apare periodic culmi numerice.

2) Experiențele lui Gausse confirmă concluzia lui Volterra despre instabilitatea biocenozelor alcătuite din două populații: prin dispariția fie a prăzii, fie a răpitorului.

3) Biocenozele naturale din insule, alcătuite dintr-un număr mic de specii cu structură simplă, sînt profund perturbate prin introducerea de specii noi.

4) Exploziile ecologice ale fitofagelor sînt mult mai frecvente în monoculturi, decît în biocenozele naturale.

5) În pădurile tropicale pluviale nu au apărut culmi numerice ale speciilor de insecte fitofage. Epidemiile apar numai în jungla secundară, în teritoriile defrișate. S-a emis ipoteza că stabilitatea pădurii tropicale este asigurată de numărul mare de specii pe care îl conține. În acest ecosistem se află totdeauna un număr suficient de răpitori și paraziți, gata de a ataca o specie care tinde spre culmi numerice, s-o anihileze și să-i reducă densitatea.

6) Eliminarea zoofagelor, ca urmare nepreväzută a combaterii chimice, favorizează creșterea numerică a fitofagelor.

Conservarea diversității peisajelor naturale poate favoriza creșterea rezistenței naturale a agrobiocenozelor față de invazie.

Ocrotirea monoculturilor trebuie să se facă ținîndu-se seama de zonarea ecologică a plantelor de cultură. Ca oricare alte specii, plantele de cultură suferă în dezvoltarea lor de influența abaterii factorilor de mediu de la optimul ecologic.

7.4.6. PROTECȚIA PLANTELOR DE CULTURĂ

Activitatea practică de protecție a plantelor de cultură față de boli și dăunători se întemeiază pe principiile ecologice despre interacțiunea speciilor cu mediul. Combaterea cu succes a virozelor, bacteriozelor, micozelor, viermilor, insectelor și rozătoarelor este posibilă numai atunci cînd se ține seama de structura și dinamica agrobiocenozelor. Introducerea de substanțe chimice, insecte entomofage sau microorganisme în teren, înseamnă introducerea unor noi factori de mediu, cu consecințe nepreväzute pentru biocenoză. Din punct de vedere ecologic, combaterea chimică trebuie să țină seama de cîteva principii generale și anume:

— pe teritoriile ocupate de monoculturi tratate periodic cu insecticide, fungicide, erbicide, trebuie asigurată refacerea microfaunei și a microflorei;

— substanțele chimice de combatere trebuie să afecteze numai fitofagele, fără să aducă prejudicii plantelor de cultură și animalelor zoofage;

— evitarea circulației toxinelor în ecosistem pentru a nu periclita sănătatea oamenilor și animalelor utile.

7.4 7. AGRICULTURA ECOLOGICĂ

Agricultura ecologică se bazează pe principiile de a cultiva și crește plante și animale conducîndu-se numai după legi naturale.

Obiectivul ei este de a obține un sol bogat în humus, cu o intensă capacitate biologică, capabil să producă plante sănătoase și rezistente la dăunători și paraziți. Deci renunțarea la îngrășăminte chimice, pesticide și ierbicide.

Prelucrarea solului va fi făcută în așa fel încît să poată favoriza activitatea sa biologică. Eventual se va baza pe creșterea fertilității solului numai cu ajutorul produselor naturale (siliciu, îngrășăminte verzi, bălegar etc.).

Toată activitatea agricolă trebuie să se desfășoare ținîndu-se seama de următoarele principii ecologice:

— relația dintre plantă și sol: anumite specii se dezvoltă mai bine numai în anumite soluri, de exemplu — spanacul iubește solul bogat în fier, migdalul pe cel bogat în calcar etc.;

— relația dintre plantă și climat, deci o raionare ecologică a culturilor;

— practicarea culturilor asociate (varză și cartofi; fasole și cartofi etc.) și nu a monoculturilor care sărăcesc solul și favorizează apariția paraziților;

— înlocuirea metodei chimice de combatere printr-o metodă integrată în care să se situeze pe prim plan metoda biologică de combatere a dăunătorilor și paraziților vegetali.

7.4.8. PRINCIPALELE AGROECOSISTEME DIN ROMÂNIA

Agroecosistemele din țara noastră au luat naștere prin defrișarea stepelor, a golurilor de păduri, a pădurilor și a asanării unor lacuri și terenuri mlăștinoase etc.

În concordanță cu condițiile naturale, agroecosistemele de la noi pot fi împărțite în următoarele mari categorii: agroecosisteme de cîmpie (64—66%), agroecosisteme de deal (20—22%) și agroecosisteme de munte (12—13%).

În Cîmpia Română în care predomină solurile cernoziomice și brun roșcate de pădure, suprafața arabilă reprezintă peste 90% din suprafața agricolă.

În unele părți din Dobrogea și Cîmpia Tisei deși relieful este fragmentat proporția suprafeței arabile este de asemenea ridicată (80—85%). Ponderea suprafeței arabile din totalul suprafeței agricole în Podișul Moldovei este aproximativ de 80%, iar în Podișul Transilvaniei în jur de 70%.

La altitudini mai mari, în regiunile subcarpatice, proporția suprafețelor de teren arabil se reduce de la 20 la 6%, iar în munți proporția suprafețelor scade sub 20% din totalul suprafeței de teren agricol.

7.4.8.1. AGROECOSISTEMUL CEREALIER

Agroecosistemul cerealier reprezintă ecosistemul agricol format de om, în care componenta principală a biocenozei o formează culturile cerealiere (grîu, porumb, secară, orz, ovăz etc.).

Cultura grîului. În țara noastră se cultivă grîu de toamnă (95%) și grîu de primăvară (5%).

Totalitatea agroecosistemelor cultivate cu grîu se ridică în prezent la peste 6 482 600 ha.

Condițiile de climă și sol din țara noastră permit cultura grîului aproape în toate regiunile pînă la altitudinea de 600 m; adică în zonele de stepă și silvostepă cu diferite tipuri de cernoziom și soluri brun roșcate de pădure. Culturile sînt concentrate mai ales în regiunile de cîmpie și de podiș, în primul rînd în Cîmpia Română și în Cîmpia Tisei, apoi Podișul Dobrogei și Podișul Moldovei și în cea mai mare parte a Podișului Transilvanici (fig. 47).

Rolul factorilor abiotici în dezvoltarea grîului. Grîul comun (*Triticum aestivum* ssp *vulgare*), cu formele lui de toamnă are nevoie de o climă moderat de caldă și umedă, condiții care îi asigură producții mari, de bună calitate și constante de la un an la altul.

Temperatura de care are nevoie grîul de toamnă în timpul perioadei sale de vegetație, este relativ mare, el solicită în cele 250—280 zile de la răsărire pînă la maturitate 1 800- 2 000°C. Această temperatură rezultă din însumarea mediilor temperaturilor zilnice ce depășesc + 5°C, limită considerată drept pragul biologic pentru această plantă.

Temperatura minimă de germinare a grîului variază după soiuri între 1—3°C, cea optimă între 25—27°C și cea maximă între 30 - 32°C.

În timpul iernii plăntuțele de grîu au de îndurat acțiunea nefavorabilă a vremii și pot suferi pagube, cuprinse global sub denumirea de „pagube de iernat", din care cele mai frecvente sînt: degerarea, descălțarea, epuizarea sau foamea de iarnă, uscarea.

Primăvara imediat ce temperatura depășește + 5°C plantele de grîu reîncep să asimileze. După terminarea fazei de înfrățire începe formarea paiului prin alungirea internodiilor. Desfășurarea normală a acestei faze cere umiditate și existența unei temperaturi de 14—16°C. În perioada de formare și creștere a bobului este nevoie de o temperatură mai ridicată (media zilnică 19 -20°C).

Umiditatea necesară grîului, de la pornirea vegetației primăvara, pînă cînd ajunge la maturitate este în medie de 350—400 mm. Cum din ploile căzute în acest interval nu se realizează decît abia jumătate din acest necesar, rezultă că restul de apă trebuie să se găsească în sol. De aceea mărimea și siguranța recoltei de grîu de toamnă depinde în condițiile medii de climă din țara noastră, de apa care s-a acumulat și păstrat în sol de la recoltarea plantei premergătoare pînă la începerea vegetației primăvara.

Lumina. Zilele însorite ajută grîul să crească bine și să înfrățească, iar în lunile iunie-iulie să se coacă.

Vîntul este un agent important în polenizarea grîului care este o plantă anemofilă.

Solul. În ceea ce privește solul, grîul este mai pretențios decît alte cereale păioase. Grîul dă cele mai bune rezultate pe soluri profunde, permeabile, unde rădăcinile sale pot pătrunde ușor și unde nu bălțește apa.

Dintre substanțele minerale cele mai importante pentru cultura de grîu sînt azotul, fosforul și potasiul.

Azotul participă la formarea substanțelor organice din plantă. Insuficiența azotului face ca plantele să se îngălbenească (fotosinteza scade și drept urmare se reduce și producția).

Fosforul ajută la formarea substanțelor organice din plantă prin participarea lui la sinteza diferitelor enzime fosforilate, iar potasiul la sintetizarea glucidelor simple și la transformarea lor în produse mai complexe.

Rolul factorilor biotici în dezvoltarea grîului. Dintre factorii biotici cu rol negativ în cultura grîului amintim: buruienile (neghina, măzărichea, pălămida etc.), dăunătorii și bolile parazitare produse mai ales de ciuperci. Buruienile intră în concurență cu grîul pentru substanțe minerale, apă, lumină și spațiu. Ploșnițele cerealelor *(Eurygaster maura* și *Aelia acuminata)* atacă culturile de grîu, secară și alte cereale mai ales în anii cu climă favorabilă dezvoltării lor. Viespea cerealelor *(Cephus cinctus)* originară de pe unele ierburi din preriile nord americane a trecut pe grîu și a devenit un dăunător principal al acestuia. Tripșii cerealelor atacă în special boabele în formare. Cele mai frecvente boli la grîu sînt mălura, tăciunile, rugina și făinarea.

Împotriva atacurilor menționate omul duce o luptă susținută pentru reducerea densității organismelor care concură cu grîul sau se hrănesc cu diverse părți ale acestuia. Un rol important în reducerea dăunătorilor grîului îl au paraziții și prădătorii lor.

Alte sisteme ce fac parte din agroecosistemul cerealier sînt acelea în care principiul producător primar poate fi secara, orzul, ovăzul, orezul, porumbul etc.

Secara în țara noastră se cultivă în biotopi de dimensiuni reduse aflați în regiunile mai reci și mai umede, în special pe podzolurile din regiunile montane și depresiunile intramontane și mai puțin în sudul țării pe terenurile nisipoase din Dobrogea, Oltenia și Banat. Suprafața ocupată de culturile de secară s-a ridicat în anul 1978 la 30 000 ha.

Dintre cerealele furajere în țara noastră se cultivă orzul, ovăzul, hrișca, meiul, sorgul etc.

Orzul se numără printre cele mai vechi plante cultivate. După unele cercetări, în Egipt primele cereale cultivate au fost orzul și meiul. Orzul este o cereală importantă mai ales pentru regiunile excesiv de călduroase cum sînt cele din partea nordică a Africii, unde ajunge pînă la oazele Saharei.

În țara noastră, orzul și orzoica se cultivă pe o suprafață de 1 858 600 ha fiind răspîndit în toate agroecosistemele (fig. 2).

Ovăzul. După cum arată istoria el era necunoscut în antichitatea îndepărtată, primele însemnări scrise datează de la începutul secolului al IV-lea î.e.n.

În anul 1978 în țara noastră ovăzul a ocupat aproximativ 61 300 ha. Cele mai întinse suprafețe se găsesc în județele Covasna, Cluj, Suceava, Constanța, Tulcea, Bacău, Argeș, Bihor (fig. 47). Pe scurt, ovăzul poate fi

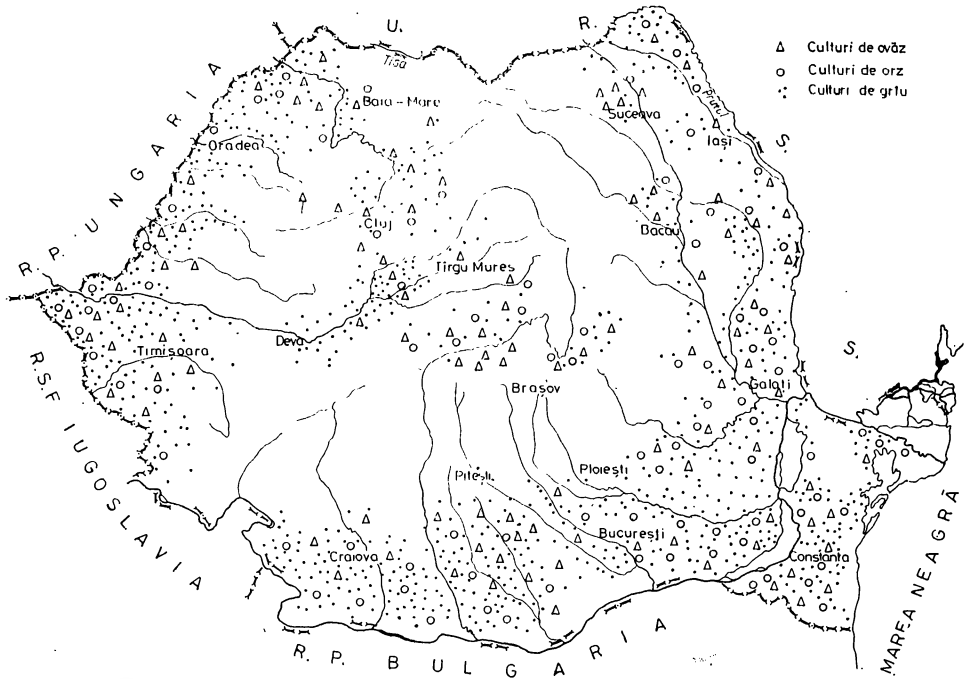


Fig. 47. Răspîndirea culturilor de grîu, orz și ovăz în țara noastră

considerat drept plantă a regiunilor cu climă umedă și cu veri răcoroase, cu posibilități de a da unele rezultate satisfăcătoare și în zonele cu mai puține precipitații atmosferice.

Cultura porumbului. Culturile de porumb reprezintă agroecosistemul cerealier în care planta dominantă este porumbul.

Părerile cu privire la originea porumbului, precum și a datei cînd a fost introdus în Țările Românești sînt controversate. America Centrală, Peru, Maxic și Guatemala se crede că ar fi patria de origine a acestei specii, de unde porumbul s-a răspîndit pe tot globul. În Muntenia și Moldova, se presupune că porumbul ar fi fost introdus în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea și de atunci s-a răspîndit foarte repede, luînd locul meiului, cereală cultivată din timpuri străvechi (G. Ionescu-Sisesti).

Rolul factorilor abiotici într-o cultură de porumb. Biotopul prin factorii abiotici influențează foarte mult agrocenoza porumbului. Deosebirile factorilor de mediu de la o regiune la alta a dus la modificarea morfologiei și fiziologiei porumbului ceea ce a făcut ca să apară o multitudine de variații și soiuri ce diferă mult între ele ca talie, perioadă de vegetație, producție și număr de paraziți vegetali și dăunători animali. Dintre factorii abiotici mai importanți, care influențează creșterea, dezvoltarea, producția porumbului, precum și apariția sau dispariția unor dăunători sînt temperatura aerului și a solului, umiditatea mediului și precipitațiile de care acesta depinde, lumina, curenții de aer, solul etc.

Temperatura aerului și a solului influențează încolțirea, apariția florilor, coacerea semințelor, care nu se fac decît dacă temperatura medie atinge un anumit nivel caracteristic acestei plante. Diferite funcții ale plantei ca transpirația, respirația, absorbția apei și asimilația clorofiliană au loc numai dacă temperatura este suficient de ridicată atît în sol cît și în aer. Temperatura medie optimă a aerului pentru cultura porumbului în România este de 16—20°C în luna mai, 19—21° în luna iunie, 19—22° în luna august și 14—17° în luna septembrie (G r. Obrejeanu). În sol temperatura medie pentru încolțire este de 8—10°C. Legat de acest factor abiotic, mulți dăunători ai porumbului, mai ales insecte, și-au adaptat ciclul de dezvoltare, după ciclul de vegetație al acestei plante. Astfel, gîndacul negru al porumbului *(Pentodon idiola)*, rățișoara *(Tanymecus dilaticollis)*, sfredelitorul porumbului *(Pyrausta nubilalis)* își fac apariția în momentul dezvoltării organelor vegetative. Rățișoara porumbului prezintă perioade de migrare dintr-un biotop în altul, perioadă ce corespunde fenologic cu perioada de răsărire a porumbului. Ea migrează din culturile de grîu și ovăz în culturile de porumb, cînd plantele au mai puțin de 4—5 frunze.

Umiditatea solului este unul din cei mai importanți factori abiotici ai mediului înconjurător ce influențează creșterea și dezvoltarea culturii porumbului. La rîndul său umiditatea solului depinde de cantitatea de precipitații și de lucrările agrotehnice corespunzătoare menținerii ei în sol.

Lumina este factorul abiotic, care favorizează acumularea substanțelor organice, creșterea și dezvoltarea plantei, fotosinteza etc.

Curenții de aer influențează indirect cultura porumbului, prin acțiunea pe care o au asupra temperaturii și umidității relative a aerului. Cînd vîntul este puternic influența sa asupra porumbului este negativă prin ruperea și smulgerea plantelor din sol. Curenții liniștiți de aer duc la primenirea și aerisirea culturii, favorizînd un raport egal între cantitatea de O_2 și CO_2 necesar procesului de respirație și fotosinteză. Prin lucrări agricole corespunzătoare

se poate asigura aerisirea solului, ceea ce duce la creşterea O_2 necesar germinaţiei seminţelor.

Solul, este unul din componenţii mediului abiotic ce influenţează în mare măsură dezvoltarea culturilor de porumb. Cele mai bune soiuri pentru cultura porumbului sînt cele cu textură mijlocie — în care rădăcinile pătrund adînc pentru extragerea apei şi a sărurilor minerale. Astfel de soluri se găsesc în cîmpiile din vestul şi sudul ţării unde predomină cernoziomurile ciocolatii, brune şi lacoviştile, solurile mai puţin prielnice sînt cele brun roşcate de pădure şi aluviale.

Structura solului este influenţată prin aplicarea îngrăşămintelor şi amendamentelor.

Rolul factorilor biotici în cultura de porumb. Biocenoza este componenta vie a ecosistemului. Ea este alcătuită din populaţii de plante verzi, bacterii, virusuri, ciuperci, animale.

În terenurile cultivate cu porumb se formează o biocenoză specială formată din porumb ca plantă dominantă, buruieni, paraziţi şi dăunători vegetali, la care se adaugă alte organisme ocazionale.

Datorită intervenţiei omului agrocenoza porumbului suferă transformări permanente prin lucrările agricole, împrăştierea de insecticide, îndepărtarea culturilor etc.

Specia dominantă — porumbul — este principalul producător primar de substanţe organice. Buruienile — sînt eliminate în timpul lucrărilor agricole pentru a face loc plantei de cultură. Aceeaşi soartă o are şi componentul animal al biocenozei, îndepărtat prin diverse mijloace chimice sau mecanice.

De remarcat însă că atît componentul vegetal, reprezentat prin buruieni, cît şi cel animal al biocenozei, constînd din insecte, heteroptere, mamifere etc., nu piere în totalitate, ci se adaptează la condiţiile terenului agricol cultivat.

Asociaţia de animale din cultura de porumb este considerată în general dăunătoare, deoarece majoritatea se hrănesc cu planta de cultură, micşorînd recolta. Fitofagii sînt înlăturaţi în cea mai mare parte de om prin mijloace chimice, dar şi de adversarii lor naturali, zoofagi, care împiedică înmulţirea lor excesivă. De pildă, insecte prădătoare, păsări insectivore şi răpitoare, reptile etc.

Din punct de vedere ecologic agrocenoza porumbului cuprinde mai multe etaje: solul, buruienile şi planta de cultură care de regulă este mai înaltă şi mai viguroasă decît restul plantelor asociate. În fiecare etaj al agrocenozei s-au adaptat şi trăiesc anumite specii.

a) *Solul* prin natura sa determină compoziţia florei de buruieni şi a lumii animale. În funcţie de sol se grupează diverse specii de plante şi animale. În sol are loc încolţirea seminţelor, dezvoltarea rădăcinilor şi tot aici larvele multor insecte îşi desfăşoară stadiile de dezvoltare şi se adăpostesc ca adulţi. Lumea microscopică a bacteriilor descompune materialul organic provenit în sol după moartea rădăcinilor şi a tulpinilor, redîndu-l plantelor sub formă de săruri minerale. Întrucît cea mai mare parte din substanţa organică produsă de producători este recoltată de om, solul este sărăcit de substanţa minerală, care trebuie adăugată prin diverse îngrăşăminte chimice sau organice.

În structura solului se găsesc microorganisme saprofite şi parazite, rădăcini, tulpini subterane (rizomi, bulbi, tuberculi), ce aparţin fie buruienilor, fie plantelor cultivate în asociaţie cu porumbul, precum şi seminţele acestora. Zoocenozele solului cuprind numeroase nematode, insecte, mamifere ce tră-

iesc pe seama rădăcinilor. Larvele gîndacului negru al porumbului *(Pentodon idiola)*, viermii sîrmă *(Fam. Elateridae)*, viermii albi *(Melolontha melolontha)*, larvele rățișoarei porumbului *(Tanymecus dilaticollis)*, rod rădăcinile sau, distrug boabele pe cale de germinație. Prin lucrările efectuate asupra solului se activează viața microorganismelor din sol, se distrug cuiburile de insecte, buruienile și unele focare de infecție, ducînd la întreruperea unor legături trofice ce se formează pe perioada de vegetație a culturii.

b) *Fitocenozele buruienilor* sînt alcătuite din numeroase plante spontane ce însoțesc cultura de porumb ca volbura *(Convolvulus arvensis)*, costreiul *(Echinochloa crusgalli)*, mohorul *(Setaria glauca)*, pălămida *(Cirsium arvense)*, pirul *(Agropyron repens)* etc.

Semănatul porumbului la distanțe mari între rînduri creează spații luminate, unde buruienile găsesc condiții prielnice de dezvoltare.

Zoocenozele caracteristice buruienilor sînt alcătuite din dăunători și paraziți ai acestora cît și din dăunători ai plantei de cultură. Dintre animalele nevertebrate sînt întîlnite gasteropode, arahnide, larve de insecte și insecte polifage, ponte etc. Vertebratele sînt reprezentate prin păsări și mamifere rozătoare.

c) *Planta de cultură* — porumbul — cît și unele plante asociate lui ca fasolea, dovlecii, floarea-soarelui (culturi folosite astăzi numai în gospodării individuale) creează posibilitatea existenței animalelor fitofage și indirect a celor carnivore. În porumbiște se creează un microclimat specific datorită plantei de cultură, cît și vegetației ce o însoțește. S-a observat că fasolea dă producții mult mai mari în culturi asociate. În culturile intercalate cu dovlecei și alte legume sînt împiedicate lucrările de îngrijire mecanizată statornicindu-se astfel lanțuri trofice de durată. Plantele oferă adăpost animalelor și asigură o apărare împotriva urmăririi lor de către dușmani. Plantele de cultură cît și cele asociate servesc ca locuri pentru depunerea pontelor unor dăunători animali, ca substrat pentru primele stadii de dezvoltare. Într-o cultură de porumb întîlnim organisme microscopice parazite din lumea virusurilor, bacteriilor, ciupercilor, care atacă părțile subterane și aeriene ale plantelor, fructele, semințele etc. Organismele ce parazitează planta cultivată duc în mod inevitabil la scăderea recoltei sau la compromiterea ei.

Pe frunzele de porumb se pot observa adesea pete circulare, alungite, sau neregulate, produse de o bacterie ce dă boala cunoscută sub denumirea de pătarea roșie a frunzelor. În luna august se poate observa rugina comună a porumbului, produsă de o ciupercă. Pe ambele fețe ale frunzelor apar pustule risipite sau în grupuri, de culoare brun deschis, alungite, în direcția lungimii frunzelor. Tăciunele comun cu pungi este produs de ciuperca *Ustilago-zeae* care atacă tulpinile, frunzele, știuleții și păsunile.

Organele vegetative ale plantelor servesc ca hrană unui număr imens de animale nevertebrate și vertebrate mici și mari. Cînd porumbul prezintă abia primele frunze, tulpina este retezată de gărgărița cunoscută sub numele de rățișoara porumbului. Mai tîrziu, într-o fază mai înaintată de creștere, ea atacă numai marginea frunzelor. Aceleași pagube le aduce și buha semănătorilor ale cărei larve rod tulpina la colet și frunzele. Un alt dăunător este sfredelitorul porumbului *(Pyrausta nubilalis)*. Acesta roade parenchimul frunzelor de porumb, apoi pătrunde în tulpini, unde iernează. Primăvara în luna mai ies fluturii ce depun ouăle pe partea inferioară a frunzelor de porumb. După 6—10 zile apar larvele, care în primele stadii de dezvoltare rod inflo-

rescențele masculine, hrănindu-se cu stamire, apoi perforează tulpina, consumă părțile tari ale paniculului. Atacă și știuleții, care cad jos sau nu se mai dezvoltă normal fiind infectați de mucegaiuri și ciuperci. La rîndul său sfredelitorul porumbului este atacat de diferiți paraziți *(Microbracon brevicornis* și *Lydello senilis)* care-i limitează răspîndirea. De asemenea un număr mare de indivizi ai dăunătorului menționat, sînt distruși de diferite boli produse de bacterii și ciuperci.

În timpul vegetației (lunile iunie, iulie), porumbul mai este parazitat de păduchele verde. Dăunătorul se localizează la baza tecilor frunzei, pe inflorescențele masculine, pe mătase și pănuși. Frunzele atacate se răsucesc în formă de cornet, nu se mai dezvoltă normal și capătă o culoare roșiatică.

Maximum de înmulțire a păduchelui se înregistrează în perioadele răcoroase, nefavorabile pentru înmulțirea prădătorilor și paraziților lui.

Atacul altor organisme determină la porumb proliferarea, de țesuturi și formarea de excrescențe și îngroșări cunoscute sub numele de *gale.*

Dintre vertebrate în culturile de porumb se întîlnesc păsări ca: cioara de semănătură, coțofana, vrabia, iar dintre mamiferele rozătoare: popîndăii, hîrciogii, șoarecii de cîmp. Un rol important în combaterea lor îl joacă păsările răpitoare și unele reptile.

Acțiunea factorilor biotici în cadrul biocenozei. Plantele cultivate și spontane, vertebratele și nevertebratele din cadrul unei culturi de porumb nu trăiesc izolat, pe terenul de cultură, ci în strînsă dependență unele de altele. Fiecare individ depinde de vecinii săi.

În cadrul unei culturi de porumb se pot distinge relații interspecfice (între membrii aceleiași specii sau populații), precum și relații interspecifice (între plante de cultură și diverse specii de plante și animale cu care vine în contact).

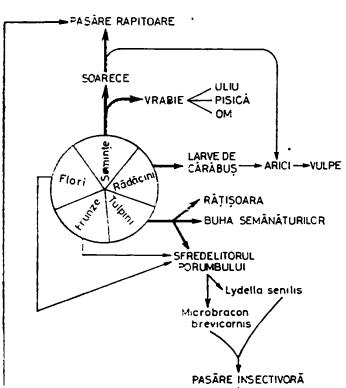


Fig. 48. Fragment de rețea trofică în care porumbul reprezintă principalul producător primar

Între populațiile existente în cultura de porumb se stabilesc diferite relații. În cadrul lor se întîlnesc relații bilateral negative în care concurența se dă pentru hrană și spațiu (fig. 48).

Plantele de talie mare influențează foarte mult pe cele vecine de talie mică. Unele specii de buruieni (ex. *Cirsium arvense)* cu creștere mai rapidă elimină din jurul lor planta de cultură care crește mai încet.

Principalul producător de substanță organică este planta de cultură. Flora spontană de buruieni are numai un rol secundar ca producător și fără impor

tanță pentru om. Organismele din sol sînt componente constante, caracteristice ale ecosistemelor cîmpiei cultivate. Din cauza instabilității biomasei vegetale îndepărtată de om sub formă de recoltă, fitofagele și zoofagele constante în biocenoză nu ocupă o pondere mare. De aceea agrobiocenoza culturii de porumb este lipsită de mecanisme naturale de autoreglare, sau acestea sînt foarte slab exprimate. Reglarea numerică într-un astfel de ecosistem este realizată de om prin lucrări agrotehnice. Rezistența naturală față de invazii de dăunători este foarte slabă. S-a observat că uniformitatea producătorilor cultivați pe terenuri întinse (monoculturi) favorizează atacul dăunătorilor.

7.4.8.2. AGROECOSISTEMUL LEGUMICOL

În acest ecosistem principalii producători primari sînt plantele legumicole (varza, ceapa, tomatele, vinetele, rădăcinoasele etc.).

Cadrul natural cu cele mai favorabile condiții pentru dezvoltarea acestui tip de agrosistem îl reprezintă lungul rîurilor, ce brăzdează Cîmpia Română și Cîmpia Tisei. Astfel în lunca Dunării, lunca Argeșului și a afluenților săi, luncile Siretului și Prutului, Ialomiței și Buzăului, Oltului și Jiului, în lungul Mureșului, al Timișului al canalului Bega și al Crișului, există întinse terenuri aluvionare nisipo-argiloase, destul de fertile și ușor de irigat ce permit extinderea agroecosistemului legumicol.

O caracteristică a acestui tip de ecosistem constă în marea lui fărîmițare și dispunerea lui la interferența a două tipuri de ecosisteme diferite (apă și uscat).

În ce privește structura agroecosistemelor legumicole din țara noastră cele mai întinse suprafețe sînt ocupate de pătlăgelele roșii (14—15% din suprafețele de legume). Urmează varza și pepenii (11—13%), rădăcinoasele (5—6%), ardeii (6%), fasolea (5—6%), mazărea (5—6%), usturoiul (4%) și castraveții (2—3%).

Rolul factorilor abiotici în viața culturilor legumicole. Unitatea dintre organism și mediu, condiționarea reciprocă a acestora constituie unul din principiile de bază ale ecologiei.

Creșterea și dezvoltarea normală a plantelor legumicole sînt condiționate de asigurarea unor condiții corespunzătoare asemănătoare celor în care s-au format istoricește. Abaterile în plus sau în minus de la aceste condiții de mediu fac ca plantele să sufere și să dea producții scăzute.

Cerințele față de temperatură, lumină, umiditate, aer și substanțe nutritive variază de la o specie la alta și chiar de la un soi la altul.

Temperatura este un factor hotărîtor care influențează toate stadiile de dezvoltare ale plantelor legumicole. Pentru ca dezvoltarea plantei să se realizeze în condiții normale trebuie ca temperatura să se găsească într-un grad optim. Cînd sînt depășite limitele minime și maxime de temperatură creșterea încetează. Astfel la castraveți, pragurile biologice de temperatură sînt: optimum 35°C, minimum 12°C și maximum 40°C. Diferite specii de plante legumicole se comportă în mod deosebit în ceea ce privește cerințele față de temperatură, putînd fi împărțite din acest punct de vedere în 5 grupe mari:

a) plante legumicole foarte rezistente la frig, ce suportă temperaturi pînă la —10°C —26°C, de exemplu: sparanghelul, hreanul, măcrișul etc.;

b) plante legumicole rezistente la frig din care cele mai multe sînt specii bienale ca: morcovul, pătrunjelul, păstîrnacul, țelina, varza;

c) plante legumicole semirezistente la frig, care asimilează mai bine la temperaturi moderate de exemplu: cartofui;

d) plante legumicole pretențioase la căldură, ca tomatele, ardeiul, vinetele, castraveții etc. ce cresc și se dezvoltă numai la temperaturi mai ridicate (25—30°C);

e) plante legumicole rezistente la căldură din care face parte grupa cucurbitaceelor.

Lumina este un alt factor de importanță vitală pentru dezvoltarea plantelor legumicole. În funcție de cerințele lor față de acest factor, există plante legumicole pretențioase la lumină (cresc la o iluminare medie de 8 000 lucși), puțin pretențioase la lumină (au nevoie de 4 000—5 000 lucși) și nepretențioase la lumină (cresc la 1 000—2 000 lucși). Din prima grupă fac parte tomatele, castraveții, ardeiul; din a doua spanacul, ridichile de lună, mărarul; din a treia — ceapa verde, sfecla de frunze etc.

Umiditatea. Majoritatea legumelor sînt hidrofile, avînd nevoie de o administrare suplimentară de apă prin irigații.

Substanțele nutritive. Plantele legumicole sînt în general foarte pretențioase la substanțele nutritive, din care cauză se cultivă pe solurile cele mai fertile. Cerințele ridicate față de azot, fosfor, potasiu, calciu și o serie de alte elemente se explică prin însuși conținutul ridicat de săruri minerale al celor mai multe specii legumicole și prin producțiile mari ce se obțin la unitatea de suprafață în urma cultivării acestora. Ținînd seama de cantitățile de substanță nutritive extrase din sol putem împărți speciile legumicole în 4 grupe și anume:

— specii care extrag din sol cantități foarte mari de substanțe nutritive: varza căpățînă, varza de Bruxelles, gulia, țelina;

— specii care extrag din sol cantități mijlocii de substanțe nutritive: tomatele, ceapa, sparanghelul etc.;

— specii care extrag din sol cantități mici de substanțe nutritive: lăptuca, sparanghelul;

specii care extrag din sol cantități foarte mici de substanțe nutritive: ridichea de lună, castravetele etc.

Alți factori abiotici cu importanță în viața plantelor legumicole se referă la lucrările de prelucrare a solului — arat, combaterea crustei, mușuroit, protejarea contra înghețurilor etc.

Rolul factorilor biotici în dezvoltarea plantelor legumicole. Dintre particularitățile ecologice de care trebuie să se țină seama pentru buna dezvoltare a populațiilor legumicole amintim: distribuția în habitat, repicatul, copilitul, legatul și ciupitul.

Distribuția în habitat diferă de la o specie la alta. Astfel, ceapa este semănată sub formă de indivizi izolați, la fel usturoiul, vinetele, ardeiul etc. Alte specii sînt plantele în grupuri compacte (mărarul, pătrunjelul etc.) iar altele în mici grupuri de 2—3 4 indivizi (pepenii, castraveții, mazărea, fasolea etc.)

Repicatul are loc la anumite specii (ardei, varză, roșii etc.), alte specii sînt semănate direct în cîmp (morcovul, ridichea de lună).

Ciupitul și copilitul se aplică în special la tomate, vinete, ardei etc. în scopul dirijării creșterii și fructificării.

Relații interspecifice la legume. Relațiile de concurență apar între plantele legumicole și buruieni. Buruienile cele mai frecvente în culturile legumicole sînt: pălămida, știrul, mohorul etc.

Relațiile de prădătorism apar ca urmare a hrănirii animalelor fitofage cu anumite părți ale plantelor legumicole. Cei mai comuni dăunători ai legumelor sînt: afidele, gîndacul de Colorado (pentru cartof, vinete), larva fluturelui alb al verzei *(Pieris brassicae)* și buha verzei *(Mamestra brassicae)*, musculița cepei etc.

Relațiile de parazitism se manifestă prin numeroase boli criptogamice produse de bacterii și ciuperci, de exemplu — rugina mazării, rugina cepei, rugina bobului, mana tomatelor etc.

Relațiile de mutalism sînt reprezentate de insectele polenizatoare în special de albine care odată cu culegerea nectarului și polenului din flori fac și polenizarea acestora.

În sfîrșit, omul este factorul biotic principal cu rol decisiv în crearea și menținerea echilibrului ecologic în agrosistemele legumicole.

7.4.8.3. AGROECOSISTEMUL VITICOL

Agroecosistemul viticol este un ecosistem agricol în care producătorul primar principal este vița de vie *(Vitis vinifera sativa, Vitis* sp. etc.*)*.

Ecologia aplicată viței de vie folosește ca metodă de lucru stațiunea în care se interferează factorii climatici cu factorii edafici și geneza solurilor, cu acțiunea diferiților agenți biotici ca: atacul anumitor insecte, de exemplu — filoxera, moliile viței de vie, boli criptogamice. Atacul păsărilor și al altor viețuitoare ca și continua intervenție a omului pentru combaterea lor, face ca vița de vie cu soiurile și sortimentele ei și evoluția lor filogenetică să stabilească o strînsă relație între sistemul climă/sol și sistemul viță de vie/climă/sol.

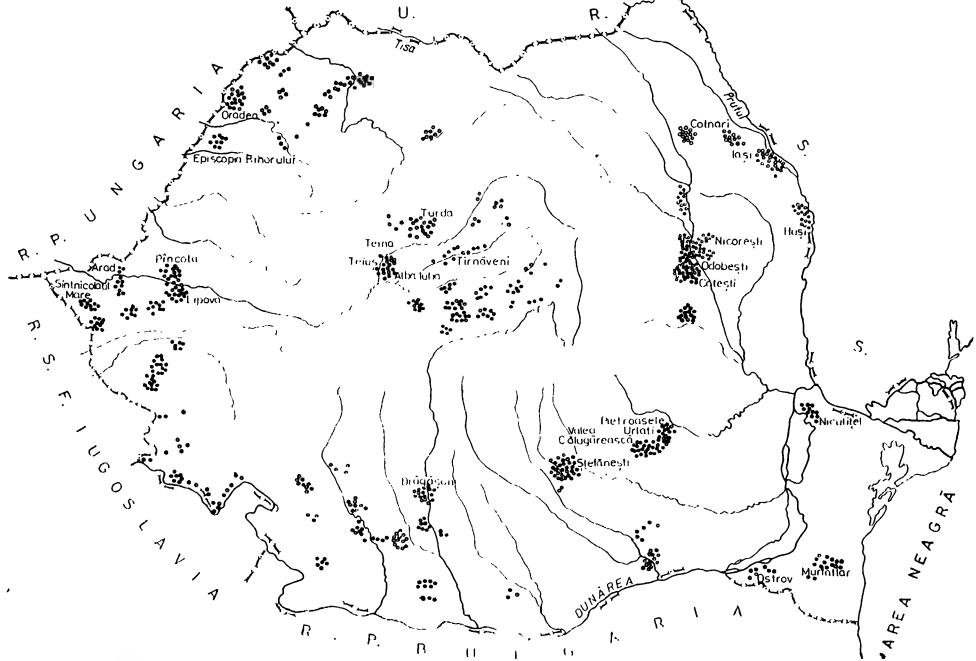
Pe teritoriul țării noastre, vița de vie a fost luată în cultură cu multe secole înaintea erei noastre. Pe columna lui Traian de la Roma, printre bunurile figurate, ce se produceau în Dacia, apar la loc de cinste și butoaie cu cercuri de lemn, care dovedesc existența viilor și cunoașterea îndeletnicirii de podgorit și de vinărit din acea vreme. Coloniștii romani care au populat Dacia au adus cu ei obiceiuri și metode noi de lucru în viticultură. Introducînd în cultură și soiuri aduse din metropolă, ei au dat un nou impuls acestei ramuri economice. De atunci, poporul român care a luat naștere pe aceste locuri n-a părăsit niciodată cultura viței de vie, ci dimpotrivă, secole în șir a continuat să dezvolte această îndeletnicire.

România de azi se numără printre țările viticole cu tradiție. Ea cultivă peste 347 000 ha cu viță de vie, cu tendința de creștere, ocupînd pe glob locul al șaselea după Spania, Italia, Franța, U.R.S.S., Turcia.

Suprafața ocupată cu vii va ajunge în perspectivă la circa 500 000 ha, România devenind astfel una din țările viticole cu pondere mare pe plan internațional.

Podgoriile României. Podgoriile României s-au statornicit pe dealurile țării în decursul timpurilor, unele din ele datînd de milenii, altele de secole, iar altele apărînd noi pe harta țării (fig. 49). Podgoriile românești se remarcă prin marea lor densitate, cuprinse în biotopi bine delimitați, care se bucură de condiții abiotice și biotice deosebite.

Climatul României împreună cu solul și relieful oferă condiții foarte prielnice pentru o viticultură care să se dezvolte în ecosisteme diferite, realizîndu-se astfel produse de calitate tot mai bune, ce se diversifică ușor și oferă un larg sortiment de consum.


U. R. S. S.
Tisa
Prut
Colnari
Iași
Oradea
Episcopia Bihorului
Turda
Târnăveni
Nicorești
Odobești
Cotești
Arad
Pîncota
Sînnicolau Mare
Ineu
Petroșele
Valea Urlați
Călugăreasca
Ștefănești
Nicolitel
Drăgășani
DUNĂREA
Ostrov
Murfatlar
MAREA NEAGRĂ
R. P. UNGARIA
R. S. FEDERATIVĂ IUGOSLAVIA
R. P. BULGARIA

În viticultura României avem ca unitate naturală podgoria sau ecosistemul viticol. Ca unități ecologice naturale ecosistemele viticole s-au extins în interiorul unor stațiuni climatice, cu microfitoclimate proprii, care imprimă strugurilor și vinurilor un specific deosebit de la un ecosistem la altul. Un ecosistem viticol poate cuprinde suprafețe mari de zeci de mii de hectare, ca de exemplu podgoriile Dealul Mare din Muntenia, podgoriile Putnei din sudul Moldovei, podgoriile de pe Tîrnave din Transilvania și podgoriile Aradului.

Geografic, podgoriile României se grupează în:

— podgoriile sud și sud-est carpatice;
— podgoriile Dobrogei;
— podgoriile din Cîmpia Dunării;
— podgoriile nord-carpatice;
— podgoriile din vestul țării (Banat);
— viile de pe nisipuri.

Rolul factorilor abiotici în viața viței de vie. Vița de vie, ca orice altă plantă superioară, își procură hrana din aer și sol. În relațiile ei cu factorii abiotici, ea se integrează în habitatul ei din mediul geografic.

Cu ajutorul *luminii* frunzele asimilează și cumulează sub formă de energie potențială substanțe organice pe care le distribuie apoi în diferite organe ale viței. Pentru aceasta este de preferat întotdeauna ca vița de vie să fie cultivată pe terenuri în pantă, bine însorite, cu radiație solară mai mare, ceea ce ajută la o asimilație clorofiliană mai intensă. Dintre elementele energiei solare, *căldura* interesează în egală măsură, atît cea din atmosferă, cît și cea din litosferă, fiecare acționînd asupra organelor cu care vine în contact.

Temperatura optimă pentru creșterea și fructificarea viței de vie este stabilită în jur de 25—30°C. La rîndul lor, fazele de vegetație au pragurile lor de temperatură. Limita de la care planta pornește în vegetație este de +10°C cu o oscilație în funcție de soi de la 9—11°C. Expoziția și culoarea solului contribuie în mod direct la acumularea și reflectarea căldurii, ceea ce arată o deosebită importanță la amplasarea soiurilor și specializarea producției.

Aerul, cu componentele lui, cum sînt oxigenul, azotul, bioxidul de carbon, vaporii de apă, amoniacul și alte gaze, joacă un rol deosebit în desfășurarea normală a proceselor fiziologice ale viței de vie, atît în ambianța supraterestră a hidrosferei și atmosferei, cît și a litosferei.

Solul este un sistem dispers poros: cu cît porozitatea lui este mai mare, cu atît vița de vie se comportă mai bine, pentru că între particulele și agregatele sale există goluri lacunare în care se adună apa și aerul necesar respirației rădăcinilor. În acest fel relațiile viței de vie cu sistemul sol-climă se amplifică interesînd elementele micropedoclimatice ale mediului. Pentru aceste motive, în cultura viței de vie se preferă în general solurile scheletoase și cele cu structură glomerulară bună, în care rădăcinile răspîndindu-se abundent găsesc în cantități suficiente apa și aerul necesare proceselor metabolice. Prin aceasta se explică și necesitatea de a se lucra solul într-un anumit sistem de cultură.

Apa constituie ca și aerul, lumina și căldura unul din factorii abiotici de cea mai mare importanță. Prin constituienții săi oxigen și hidrogen apa intervine direct în sintetizarea materiei organice. Tot apa furnizează viței de vie și parte din elementele nutritive, dizolvînd din sol și transportînd către frunze sărurile nutritive. Hrana minerală mijlocită de apă constituie un factor important de vegetație.

Pierderile de apă din sol sînt cauzate de scurgerile de la suprafață, evaporarea directă și de transpirație care este deosebit de intensă la vița de vie.

Apele freatice și cele din irigație interesează ecologia viței de vie, ele putînd suplini lipsa de precipitații.

Curenții de aer antrenează straturile încălzite prin radiație, altădată reci, influențînd și schimbînd habitatul viței de vie. *Vîntul* intens este dăunător prin faptul că mărește evaporarea, vița suferă de mari pierderi de apă prin traspirație, care se corelează cu pierderile de apă din sol determinate de evapotranspirație.

Condițiile critice. În desfășurarea factorilor climatici se cunosc și numeroase condiții critice care limitează sau distrug în anumite situații viața de vie. Astfel, gerurile din timpul iernii, pot afecta și distruge ochii și lemnul viței de vie. Brumele și înghețurile tîrzii de primăvară, afectează organele viței de vie în creștere — mugurii în curs de pornire, lăstarii, inflorescențele. Valurile de frig, care coboară temperatura sub 14°C, dăunează înfloritului și fecundației; florile avortează și se scutură. Atunci cînd temperatura scade sub 0°C, ajungînd la —3 și chiar —4°C, se produce înghețul „negru" ce afectează toate organele verzi, indiferent de faza de vegetație.

Seceta atmosferică se manifestă cînd temperatura se ridică mult pe timp de vară (lunile iulie-august) și durează zile în șir, iar umiditatea relativă a aerului scade sub 40%. Acestea fac să înceteze creșterea viței de vie, producîndu-se un dezechilibru ecofiziologic care provoacă veștejirea, uneori chiar căderea frunzelor în plină vară.

Brumele și înghețurile timpurii de toamnă sînt accidente care obligă vița de vie să treacă forțat în repaus, prin pierderea aparatului foliar. Uneori, se întîmplă ca și strugurii să înghețe.

Rezultă din cele expuse că, în ecosistemele stabilite, cunoașterea relațiilor ecologice dintre soiul de viță de vie și condițiile de mediu locale, diferite de la o podgorie la alta, permite realizarea unei culturi raționale a viței de vie și imprimă o specializare mai pronunțată a producției.

Rolul factorilor biotici. Factorii biotici exercită o influență directă asupra culturii viței de vie.

Printre factorii biotici, amintim: dăunătorii, insectele polenizatoare, pădurile sau alte plante din apropiere. La amplasarea plantațiilor trebuie să se țină seama de dăunătorii care inițial există în sol. Altfel terenurile infectate cu virermele sîrmă, larvele de cărăbuși sau de alte scarabeide etc. vor trebui supuse mai întîi tratamentelor de combatere. De asemenea, lupta se duce continuu împotriva dăunătorilor de suprafață care atacă părțile aeriene ale viței de vie, cum sînt: moliile strugurilor, filoxera, viespile, bolile criptogamice etc.

Un factor biotic necesar viței de vie sînt albinele care favorizează primăvara fecundarea florilor.

Influența pădurilor este deosebit de resimțită atît în podgoriile sudice cît și în cele nordice. Astfel, podgoria Măgurei de la Odobești, cu toate centrele din apropiere (Vîrtești, Jariștea și altele), beneficiază de un climat cu ierni blînde, fără contraste mari, vița putîndu-se cultiva în multe puncte chiar neîngropată (de exemplu, dealul Șerba). Apropierea pădurii asigură în general, un climat temperat. Coacerea strugurilor este lentă valorificîndu-se la maximum calitățile de soi. Acest aspect este întîlnit de exemplu la Panciu, centru vestit pentru calitatea deosebită a soiurilor *Chesselas doré*, în podgoria Dealul Mare pe ale cărei înălțimi mai ridicate se obțin vestitele vinuri roșii de *Cabernet Sauvignon* sau cultura soiului de masă cu coacerea cea mai tîrzie, *Chasselas Napoleon* (Bicane) de la Udrești-Dealul Mare etc.

În general în apropierea pădurilor se recomandă să se cultive de preferință soiuri negre pentru vinuri roșii de calitate. În schimb, influența perdelelor de protecție se resimte mai ales în părțile sudice ale țării, cu deosebire pe nisipuri, cum ar fi în Oltenia și în Delta Dunării. Deosebit de utile sînt perdelele antierozionale și cele care opresc deplasarea nisipurilor la șes, cele care stăvilesc curenții de aer rece sau se împotrivesc curenților de aer cald, în regiunile bîntuite de brume, prin văi sau pe cumpene.

Pentru aceasta, este necesar ca plantațiile forestiere care apără cultura viței de vie să fie extinse peste tot unde rolul lor de protecție se reflectă și în calitatea produselor, fiind bine dovedit și evident necesar ca element în organizarea ecosistemelor cu relief frămîntat sau supuse eroziunii eoliene.

7.4.8.4. AGROECOSISTEMUL POMICOL

Agroecosistemul pomicol este un sistem agricol în care producătorii primari principali sînt pomii fructiferi.

Într-un agroecosistem pomicol, se stabilesc interacțiuni puternice între pomii fructiferi și factorii climatici, edafici, biotici (dăunători, paraziți și alte viețuitoare ce însoțesc pomii fructiferi) și continua intervenție a omului pentru a menține într-un echilibru dinamic acest sistem.

Pe teritoriul țării noastre agroecosistemele pomicole au ajuns în anul 1978 la suprafața de 450 000 ha. Au fost create și dezvoltate noi centre pomicole în Dobrogea, pe nisipurile din sudul Olteniei și nord-vestul Transilvaniei, în Banat și alte părți ale țării. Din suprafața totală pomicolă, 54,4% se află în sectorul cooperatist, 16,5% în sectorul de stat, iar 29,9% în gospodăriile populației.

Cele mai bune condiții naturale pentru cultura pomilor furctiferi se găsesc în zona dealurilor din subcarpații meridionali și orientali (jud. Vîlcea, Argeș, Dîmbovița, Prahova); pe dealurile vestice și din nodul țării (jud. Maramureș, Bistrița, Satu Mare, au cea mai mare importanță din punct de vedere pomicol). Condițiile naturale de aici sînt favorabile pentru cultura mărului, a prunului și a nucului, ca specii pretențioase față de umiditate și mai puțin pretențioase față de căldură. Livezile de meri se întind în aceste regiuni pe suprafețe destul de mari. Din acest punct de vedere, primul loc îl ocupă dealurile din nordul țării (centrele: Bistrița Năsăud, Baia Mare, Satu Mare), apoi urmează acelea din vestul și centrul Transilvaniei (centrele: Caransebeș, Hunedoara, Hațeg, Geoagiu, Cisnădie, Silișteo) din subcarpații Olteniei și Munteniei (centrele: Baia de Aramă, Horezu, Rîmnicul Vîlcea, Curtea de Argeș, bazinul Vîlsanului și bazinul Argeșului), subcarpații orientali (bazinul Ialomiței, valea Trotușului, Piatra Neamț) și Podișul Sucevei (Fălticeni și Rădășeni).

Nucul se cultivă în plantații mari pe dealurile din Banat și parțial în zonele subcarpatice.

În regiunile de dealuri joase găsesc condiții pedoclimatice prielnice: cireșul, vișinul, nucul, piersicul, prunul și părul.

În regiunea inundabilă a Dunării și în Deltă, cresc foarte bine gutuiul, mărul și părul pitic.

Rolul factorilor abiotici în viața unor pomi fructiferi. *Cerințele față de temperatură.* Pentru măr, regiunile de creștere și fructificare sînt acelea cu temperatură medie anuală de 8—11°C. Pragul biologic pentru pornirea în vegetație a mugurilor micști este de 8°C, însă pentru deschiderea în masă a florilor sînt necesare temperaturi medii zilnice de peste 11°C. Temperatura

nocturnă are un anumit rol în fecundarea florilor. Nopțile prea calde (peste 20°C) favorizează căderea florilor.

Pentru păr, pragul biologic este apropiat de acela al mărului (8°C). În restul perioadei de vegetație, cerințele părului față de căldură sînt însă mai mari decît ale mărului.

Cultura părului poate reuși în acele localități unde intervalul fără înghețuri este de minimum 135—140 de zile pentru soiurile de vară și de cel puțin 150—180 zile pentru soiurile de toamnă.

Mai sensibil la ger este gutuiul care dă rezultate bune în regiuni cu veri călduroase și ierni blînde precum și în locuri adăpostite.

Față de ger, prunul are o rezistență mai bună decît părul, dar inferioară mărului. Mugurii florali rezistă pînă la —31°C, iar partea aeriană pînă la —36°C.

La cais și piersic cerințele față de o temperatură ridicată sînt mari, mai ales în lunile de vară (iunie-august). Acești pomi reușesc bine în regiunile cu temperaturi medii anuale de 9,6 —11°C. Cele mai favorabile terenuri de cultură sînt locurile adăpostite din cîmpie și din Dobrogea. În regiunile și locurile bîntuite de vînturi reci, unde temperatura scade frecvent sub —24°C și unde se înregistrează destul de des înghețuri de revenire, cultura caisului și piersicului este nerentabilă.

Cireșul crește și rodește bine în bazinele și centrele pomicole cu temperatură medie anuală de 9—10,5°C. Suportă greu căldurile înăbușitoare de vară, mai ales cînd acestea sînt însoțite și de insuficiența apei în sol.

Nucul reușește cel mai bine în regiunile cu temperatura medie anuală de 9—10°C și ale lunii celei mai calde (iulie — sau august) de peste 20°C. În perioada repausului obligatoriu nucii se comportă bine pînă la —25°C. Între —25°C și —27°C degeră amenții o și parte din mugurii vegetativi, la —28°C sau —29°C degeră și ramurile anuale, iar la —30°C se înregistrează înghețarea pînă la colet a pomilor tineri și degerarea ramurilor în vîrstă de 2—4 ani.

Cerințele față de lumină. Mărul are cerințe mici față de lumină, comparativ cu părul, nucul, piersicul, cireșul și alte specii.

Părul cultivat în regiuni și expoziții cu luminozitate redusă nu-și coace bine lemnul și degeră cu ușurință iarna. Gutuiul este foarte exigent la lumină. În condiții de umbrire se dezvoltă slab, fructifică puțin și are o viață scurtă.

Cerințele față de apă. Mărul are cerințe mari față de umiditate, necesitînd 650—700 mm precipitații anuale, pentru soiurile de iarnă și cel puțin 550 mm pentru cele de toamnă și vară. În anii cu prea multe precipitații, producția la măr este mică și de calitate mai slabă, față de anii cu precipitații moderate.

Părul este mai rezistent la secetă decît mărul. Umiditatea relativă a aerului cea mai favorabilă este de 70—80%, iar umiditatea solului de 70% din capacitatea de cîmp.

Gutuiul deși are cerințe relativ mari față de apă, reușește destul de bine și în regiuni secetoase. La fel prunul care se dezvoltă foarte bine mai ales în zonele dcluroase cu peste 600 mm precipitații anuale și nucul care dă bune rezultate în regiuni cu 700—800 mm precipitații anuale. Mai puțin pretențios față de apă este cireșul, la care ploile abundente din perioada de pîrgă și coacere produc crăparea fructelor.

Compoziția și structura solului reprezintă un alt factor abiotic important în dezvoltarea pomilor fructiferi. Astfel mărul dă recolte mari și susținute cînd este plantat pe soluri fertile, bine structurate, luto-argiloase, lutoase și luto-nisipoase, suficient de umede.

Părul, avînd un sistem radicular mai adînc, necesită soluri profunde, calde, cu textură mijlocie, suficient de afînate, cu apă freatică sub adîncimea de 2—2,5 mm. În solurile grele și reci pomii se îmbolnăvesc de cancer, iar fructele sînt dure cu gust astringent.

În solurile cu pietriș de pe coastele dealurilor vegetează foarte bine caisul.

Nucul dă bune rezultate în soluri profunde, însă nu suficient de fertile, cu capacitate bună de reținere a apei, reacție neutră, ușor acidă sau slab alcalină (pH 6—7,5).

Rolul factorilor biotici în viața pomilor fructiferi. Factorii biotici cu rol important în viața pomilor fructiferi sînt în special dăunătorii animali și anumite boli criptogamice produse de bacterii și ciuperci. Insectele polenizatoare, puține la număr, au un rol biologic pozitiv în viața pomilor fructiferi. Multe insecte, ciuperci, bacterii și virusuri sînt dăunătoare. Astfel păduchii țestoși, afidele, și dintre bolile criptogamice făinarea atacă majoritatea pomilor fructiferi.

La măr și păr frunzele și fructele sînt atacate de rapăn, iar bobocii florali de gărgărița florilor *(Anthonomus pomorum)*.

Foarte păgubitoare pentru prun și alte sîmburoase sînt ciupercile din genul *Ascospora* și *Monilinia* ce produc boala numită ciuruirea frunzelor.

Frunzele și fructele de nuc sînt atacate de ciuperca *Marsonina juglandis* iar ramurile tinere, lăstarii, frunzele, florile și fructele de bacteria *Xanthomonas juglandis*.

Dintre relațiile pozitive de întrajutorare dintre pomii fructiferi și unele organisme, amintim albinele și alte insecte antofile, care prin polenizarea pe care o fac pomilor contribuie la creșterea producției de fructe.

Un alt factor biotic cu rol important în protejarea culturilor pomicole de unii factori ai mediului abiotic (furtuni, temperaturi excesive, insolație puternică etc.) îl reprezintă prezența pădurilor sau a perdelelor forestiere în apropierea agroecosistemelor pomicole.

7.5. SATELE ȘI ORAȘELE

Unul dintre procesele de adaptare din cele mai speciale constă în modificarea mediului ambiant de către animale, după nevoile lor. Șoarecii, vulpile, bursucii etc. își sapă galerii în care nasc și adăpostesc puii, în care trăiesc ca o familie într-o *„casă"* a lor; popîndăii își fac o *pîlnie* în nisip pe marginile căreia alunecă insectele cu care se hrănesc; păsările își construiesc *cuiburi* căptușite cu ierburi, pene etc. și așezate în scorburi, în furca crengilor etc. în care depun ouăle, clocesc și scot puii; castorii sînt adevărați arhitecți și își construiesc *diguri* cu care ridică nivelul apei pe cursul unui pîriu și în acest lac de „baraj" își fac adăpostul la care ajung înotînd pe sub oglinda apei etc.

Dar dintre toate ființele, omul este acela care schimbă mai mult decît oricare altul mediu său înconjurător, adaptîndu-l oriunde și oricînd nevoilor sale de viață. Această schimbare merge uneori așa de departe, încît omul creează adevărate „deșerturi" lipsite de vegetație, în care rămîn numai ziduri și asfalturi. Cu toate că prezența omului pe pămînt este de abia de cîteva sute de mii de ani (cel mult milioane), numai în ultimul secol și mai ales în ultimele decenii, el a provocat așa de mari schimbări în natura pămîntului, încît adesea nu mai recunoști unde a fost „natura". Cu ajutorul minții și ca derivat al științei și tehnicii, omul creează locuințe și așezări cu condiții optime de mediu, elimi-

nînd din ambianța lui variațiile nefavorabile ale factorilor mediali și prin aceasta sustrăgîndu-se influenței naturale a acestora. Ca urmare capacitatea lui de adaptare la factorii naturali scade tot mai mult și omul devine tot mai mult dependent de mediul artificial pe care și-l creează, dar concomitent el devine tot mai friabil în fața unor agresiuni neprevăzute și bruște ale acestui mediu natural (catastrofe, inundații, cutremure, molime, foamete etc.).

Omul trăiește în așezări sociale de diferite mărimi și structuri: colibe de trib, cătune, sate, orășele, orașe, capitale, metropole. Unitatea de convietuire în toate aceste sălașuri este de regulă *familia*, mai adesea de o singură generație, maximum de două sau trei.

În acest fel de așezări casele în care locuiește familia se înșiruie în lungul străzilor pe care se circulă pe jos, călare, în căruțe sau în mașini de diferite tipuri și mărimi. Cu astfel de străzi și drumuri se stabilesc legăturile între diferitele așezări omenești, la care se mai adaugă legăturile de cale ferată, aviatice, navale etc.

Oamenii care trăiesc în așezări sociale se pot grupa în două mari categorii eco'ogice, după natura sursei lor alimentare și energetice: 1) *în așezări de tip sătesc*, în care ei trăiesc din produsele cerealiere și animaliere pe care le produc direct prin munca lor și a membrilor familiei lor, avînd ca sursă primară de energie lumina soarelui, care se captează în fotosinteza vegetalelor pe care le cultivă; oamenii din mediul rural sînt în echilibru cu mediul lor natural. 2) *în așezări de tip urban*, în care nu există nici o producție primară și toate alimentele și energia pe care o folosesc vin de la exterior, din zonele rurale vecine (sau mai îndepărtate), alimentele și energia procurîndu-se în schimbul banilor pe care îi primesc pentru munca lor urbană (funcționari, muncitori, profesori, medici etc.); oamenii din mediu urban nu sînt în echilibru cu natura, care nici nu mai există uneori în mediul lor artificial.

Aceste deosebiri în ceea ce privește tipul de alimentare și de origine a energiei celor două tipuri de sălașuri omenești, se reflectă și în tipul de biocenoze și ecosisteme a satului și orașului.

Tendința omenirii de cîteva sute de ani este de: a) urbanizarea satelor și orașelor; b) de mutare a oamenilor de la sate spre orașe. Aceste tendințe duble sînt justificate de consecințele creșterii numărului de oameni ai pămîntului și a industrializării consecutive pentru a putea satisface nevoile tot mai mari ale acestora.

Pe de altă parte viața în orașe este mai ușoară decît la sate; aici sînt locuințe mai bune, alimentația se procură direct din prăvălii, distracții mai numeroase (cinema, teatre, cluburi, restaurante, baruri, vitrine și prăvălii etc.), cît și o viață culturală mai intensă (biblioteci, conferințe, universități populare, expoziții etc.). Dar la orașe se cere o muncă mai calificată, o atenție mai mare în lucru, o răspundere continuă și o muncă legată de anumite ore ale zilei. Omul pare mai liber decît la țară.

Ilustrez această tendință de urbanizare cu date semnificative din Anglia*.

În 1800 în orașele Angliei trăia 28,8% din populația țării, în 1950 orașele reprezentau 80,1% din populație. Între 1841 și 1911 orașele Angliei, inclusiv Londra, au crescut cu circa 230% în medie, pe cînd populația rurală abia cu 13%. Suprafața urbană între 1900 și 1970 s-a dublat (de la 4 la 8% din suprafața țării), pe cînd suprafața agrară a scăzut numai de la 57 la 50%. Aceste

* J. K. Page: The Past and Future Distribution of Homo sapiens and his Activities in Great Britain, in Ebling & Heath: The Future of the Man. Ed. Inst. of Biol., Academic Press, London, 1972.

date concordă cu o migrație puternică de oameni de la țară spre orașe. Dar fiindcă suprafața orașelor nu a crescut în aceeași măsură cu numărul populației trebuie admis că orașele au crescut în înălțime. Numărul oamenilor între 1961 și 1966 (deci numai în 5 ani) a crescut în orașe de la 10 la 35 pe acru patrat (0,4 × 0,4 ha). Densitatea populației în marile orașe este enormă: Parisul are în medie 35 000 locuitori pe km²; Roma 100 000 indivizi pe aceeași suprafață, iar Calcutta peste 300 000 oameni pe km² (cu suburbiile).

Și la noi în 1930 Bucureștiul era singurul oraș cu peste 100 000 locuitori; în 1972 sînt 12 orașe cu o populație mai mare de acest număr. În 1930 populația urbană a țării reprezenta 17% din numărul locuitorilor țării; în 1972 la orașe trăiau 37% din această. Între 1938 și 1968 populația României a crescut cu aproape 50% (din care populația urbană cu peste 200%).

Fenomenul urbanizării, atît prin transformarea satelor în orașe cît și prin migrarea sătenilor la orașe, este general în toată lumea. Ca urmare putem deosebi azi două ecosisteme cu totul deosebite unul de celălalt: cel de la sate și cel de la orașe (cu toate formele de trecere de la unul la celălalt, dar cu tendința absolut generală de a se ajunge în final la ecosistemul urban).

7.5.1. ECOSISTEMUL DE LA SATE

Omul trăiește în mijlocul naturii, a ogoarelor, a pășunilor, a pădurilor, a dealurilor și văilor cu ape cugătoare; el are o casă din mai multe încăperi încălzite cu lemne, mai are o curte, acareturi și o grădină în care cultivă zarzavaturi și pomi fructiferi; el crește animale (vaci, oi, cai, porci, păsări etc.) și în jurul gospodăriei lui se mai aciuiesc o mulțime de alte animale (șoareci, șobolani, vulpi, nevăstuici, dihori, ulii etc. dar și cîini sau pisici); pe și în corpul său mai găzduiește fără să vrea viermi intestinali, purici, chiar păduchi, ploșnițe și altele. În spațiul lui sătesc, plin de verdeață zboară și se dezvoltă alte insecte, care mișună și prin cîmpuri, păduri, grădini, constituind hrana multor păsărele și a numeroși lilieci care zboară seara și dimineața în zori.

Hrana omului este alcătuită din produsele pe care le cultivă: cereale, cartofi, zarzavaturi etc. și din mai puțină carne (mai ales de păsări) dar în special din produse lactate (lapte, brînzeturi, smîntînă, cașcavaluri etc.). El mănîncă la ore aproape regulate (pe la 6–7, la 12—13 și 19—20), așa că se creează un stereotip funcțional, foarte eficace pentru munca lui. Majoritatea lucrului îl face cu brațele, folosind însă și animalele de tracțiune sau chiar mașini-unelte agricole (tractor, plug, semănători etc.). Somnul îi este adînc de seara devreme pînă se face ziuă și numai lătratul cîinilor tulburâ liniștea nopților. Îmbrăcămintea este în bună parte artizanală (mai recent, se completează cu confecții, luate din prăvălie). Duminica se odihnește mai mult sau se distrează la „joc" sau la crîșmă. Raporturile lui sînt foarte strînse cu membrii familiei, cu rudele și chiar cu vecinii. Toate animalele acestui ecosistem rural depind de munca și de produsele pe care el le scoate de pe ogoare, pășuni și păduri, unde plantele cultivate cresc cu ajutorul energiei solare (producție primară). Natura copleșește omul peste tot și nu rar satul însuși este scufundat în vedeață. Ochii omului văd întinsul cîmpurilor verzi și a pădurilor, albăstrimea cerului de zi sau a celui înțesat de stele noaptea; urechea lui aude foșnetul vîntului prin frunzișul pomilor, zumzetul insectelor prin iarbă, zborul păsărilor, mirosul simte iz de fîn cosit, de flori din grădină, de fum ce iese din casele în care se pregătește mîncarea; de transpirație și urina vitelor din grajd. Plantele care cresc în mediul său nu apar la întîmplare ci sînt adaptate pămîn-

tului din grădini, din curte, din cîmpurile agricole. Bolile omului de la sate sînt mai ales de epuizare fizică şi bătrîneţe; el nu boleşte mult.

Viaţa omului de la sate este încadrată în natura care îl înconjoară. Există aici o producţie primară netă, lanţuri trofice bine individualizate şi inele finale de consumatori primari, secundari şi terţiari. Final produsele lui se transformă în dejecţiuni (de om şi vite) care sub acţiunea reducătorilor (bacterii, mucegaiuri) se retransformă în săruri minerale şi se împrăştie pe ogoare intrînd din nou în circuitul productiv.

7.5.2. ECOSISTEMUL DE LA ORAŞE

Trebuie să spun că voi invedera aici numai ecosistemul urban aşa cum se profilează el în viitor, fără să neglijez faptul că între ecosistemul rural de care am vorbit şi oraşele actuale există foarte multe trăsături de amestec şi că oraşele actuale nu sînt încă decît parţial intrate în ecosistemul urban, de care voi vorbi, dar în care ele se vor integra în citeva decenii. Azi mai există trecerea între sate şi oraşe; mîine aceasta va dispare şi vor rămîne puţine sate şi multe oraşe de tip metropolă, cu ecosisteme aşa cum vor fi descrise mai jos.

Omul de la oraş trăieşte în case cu multe etaje (chiar zgîrie-nori); locuinţa lui de mai multe camere se deschide în lungul unor coridoare şi este vecin de apartament mai adesea cu oameni necunoscuţi. El nu mai are grădină, curte şi numai în balcoane mai cultivă ghivece de flori. În Valletta (capitala insulei Malta), oraşul este clădit pe piatră de calcar în plină Mediterană şi lipsit de orice cultură verde. Aici nu există decît ghivece de flori în faţa caselor, pe balcoane, în camere, ori unde are un loc liber, pentru ca omul să-şi creeze iluzia naturii pe care nu o are. Desimea populaţiei este foarte mare şi vecinii de apartament adesea se tulbură unii pe alţii cu zgomote, cu muzică etc. Din locuinţa sa de la etajul 50 (cei de la parter nu văd nimic) omul vede zidurile cenuşii ale altor blocuri, rar un colţ albastru de cer; aproape niciodată soarele nu intră în locuinţa sa, mediul său ambiant este un adevărat deşert de piatră lipsit de vegetaţie. În case căldura, umiditatea şi aerul vin prin instalaţii speciale, nu rar automatizate. În lungul străzilor adînci în umbra clădirilor se înşiruie prăvălii şi multe supermagazine din care, pe banii primiţi ca leafă în schimbul serviciului obligator de 8 ore, se cumpără tot ce are nevoie familia (care este mai adesea de o generaţie): alimente, băuturi, îmbrăcăminte, ghete, mobile, radio, T.V., magnetofoane, cărţi, tablouri etc. Hrana este neregulat consumată şi masa principală este mai adesea spre seară, cînd membrii familiei se întorc de la serviciu. Ea constă din alimente conservate, domină preparatele de carne şi se consumă regulat băuturi tari. Zarzavaturile sau fructele cumpărate provin din alte părţi unde se produc special pentru oraş, sub protecţie chimică, astfel încît toate preparatele aşa zise „naturale" conţin diferite substanţe conservante, sau resturi de pesticide, îngrăşăminte etc., care sînt filtrate de ficat. Deplasarea (mişcarea) oamenilor se face cu maşini proprii, cu mijloace de transport în comun (autobuze, metrouri, taxiuri, trenuri). Numărul maşinilor este aşa de mare, încît nu rar se construiesc trăseele pe deasupra străzilor sau a clădirilor, iar pietonii umblă adesea pe sub pămînt (o inversiune cu totul nefirească!). Omul vine acasă numai spre seară, mănîncă, se odihneşte puţin şi seara iese în vizite, la localuri, la distracţii, adică intră în săli închise cu mirosuri specifice. Starea lui de sedentarism cronic (la serviciu şade, acasă doarme, în localuri stă la masă, în maşină nu se mişcă) îl predispune la îngrăşare, la supraîncărcarea ficatului, la boli de nutriţie înso-

țite de astenii, nervozitate. Somnul începe tîrziu și este mereu întrerupt de zgomotele și luminile străzilor pe care reclamele (de tipul: beți coca-cola!) se găsesc pe toate clădirile pe toate străzile. Somnul îi este superficial și nu complet odihnitor (de aici iritabilitatea caracteristică a orășanului). Îmbrăcămintea îi este exclusiv de confecții și nu întotdeauna bine măsurată pe corp. Dumineca o mică parte din orășeni ies în natură (folosind mașinile proprii, autobuzele, metrourile,) și se bucură de aer mai curat, de masă pe „iarbă verde", de o destindere fizică care le lipsește peste săptămînă. Natura le dă sentimentul de bunăstare, căci „verdele" calmează nervii (în clinicile neurologice pereții sînt mai adesea verde-vernil); clorofila absoarbe radiațiile roșii care sînt excitante pentru sistemul nervos (prin ochi).

Revenit în oraș omul este cu atît mai sensibil la zgomotele produse de mașini, de sirenele fabricilor, de trepidațiile diferitelor instalații casnice, urbane sau uzinale. Chiar dacă omul spune că nu mai aude zgomotele, timpanul urechii vibrează sub acțiunea lor, urechea internă le percepe și le transmite zonei temporale a creierului, de unde se răspîndesc pe toată suprafața acestuia o serie de influxuri excitatorii care tulbură asociațiile normale dintre regiunile de proiecție și ca urmare apar stări de nervozitate (nejustificate!), de hipertensiuni, de hipertiroidism, de micșorarea acuității auditive și de aici accidente de muncă, de ulcer gastric etc., boli specifice mediului urban.

În orașe nu mai trăiesc decît în mod excepțional cîteva animale: pisici pe perne de puf, cîini ce dorm în pat cu stăpînul; nu mai sînt purecі, ploșnițe, insecte, șoareci, șobolani, căci mijloacele chimice actuale le stîrpesc complet. Prin aer nu mai zboară păsările, căci sînt intoxicate de gazele scoase de mașini, chiar canarii din case au viață scurtă, cu toate că sînt hrăniți cu grijă. Nu mai există o producție primară vegetală, căci în așa zisele „spații verzi" se cultivă specii de plante care nu pot fi adaptate condițiilor de „strîmtoare" pe care le exercită îndesarea blocurilor. „Soarele, verdeața și spațiul întins" principiile care călăuzeau arhitectura lui *Corbusier* nu se mai aplică în mediul urban. Doar pe zidurile umede se mai văd mușchi (sau pe pietrele de cimitir, în spre nord), dar sub efectul poluanților atmosferici și aceștia dispar (un indiciu sigur al acestei poluări). Poluanții atmosferici așa de mulți în mediul urban slăbesc rezistența plantelor și nu rar chiar cele din apartamente se usucă și mor din cauza aceasta. Gazoane se mai găsesc doar pe arenele de fotbal, de baschet-bal etc. și una din plăcerile citadinului este să stea la meciuri și pentru că acolo vede verdele ierbii.

Aerul orașelor este plin de substanțe poluante care provin mai ales din eșapamentul mașinilor, din cauza arderii incomplete a benzinei, dar mai ales a păcurei; în atmosferă apar: CO, SO_2, NO_2, hidrocarburi incomplet arse (adesea cancerigene), granulele de plumb (de la etilatul de plumb ce se pune în benzină pentru a-i ridica cifra octanică), apoi particule de asbest (de la frecarea frînelor), praf de cărbune (de la termocentrale) etc. În S.U.A. se varsă anual în atmosferă, cîte 750 kg de substanțe poluante de fiecare locuitor, ceea ce revine cam la 2 kg pe zi de fiecare cetățean. Sursele de poluare ale Americii sînt astfel distribuite: 16,2% de către industrii; 14,1% de către termocentrale; 60,6% de către autovehicule, 5,6% de către încălzirea locuințelor și 3,5% din depozitarea, fermentarea și arderea deșeurilor. Moartea cea mai frecventă la orașe este accidentul de mașină, apoi bolile cardio-vasculare, cancerul, alcoolul. Dar ca urmare a prezenței poluanților în mediul urban orășenii suferă de multe alergii, iritații ale căilor respiratorii, bronșite, emfizem, astm bronșic etc. Ei se tratează medical și cu cît poluarea este mai mare cu atît rămînerea unui om

în spitale este mai frecventă (mai ales de neurologie, psihiatrie, dermatologie). În New York tot al 5-lea om intră o lună într-un spital. Pe străzi există *„chioșcuri"* în care pentru 5 cenți poți respira printr-o mască timp de 5 minute un aer curat și îmbogățit în oxigen. Dar mai sensibili la aceste efecte nefaste ale aerului urban sînt copiii. Apa vine prin țevi de plumb și nu rar conține bacili coli peste limitele admisibile sau foarte mult clor (care blochează secrețiile gastrice). Rîul ce trece prin oraș are ape moarte, fie din cauza dejecțiilor industriale (acizi, baze, toxine), a apelor de la flotații (uzine), de la dejecțiile urbane. Apele colectează toate aceste resturi și le duc în final în mări, aducînd aici cantități uriașe de substanțe chimice foarte diferite. Dunărea varsă anual peste 25 000 tone de fosfați în Marea Neagră, care vin din toate fabricile de îngrășăminte ale Europei; Marea Baltică este atît de poluată cu mercur încît peștii ei nu se mai pot consuma de către om. Apa marilor orașe este filtrată de instalații speciale, dar metalele grele (mercur, plumb, cadmiu) nu sînt reținute și ajung în apa cu care se prepară mîncărurile sau în cea pe care o bem și astfel intoxică omul încetul cu încetul.

Familia orășeanului are în medie un copil iar în țările occidentale (S.U.A., Anglia, Franța) acesta poate fi conceput prin însămînțarea artificială cu sperma aleasă și cumpărată. Astfel copilul nu are un tată (în S.U.A. sînt peste 100 000 de astfel de copii) și crește în lipsa căldurii părintești. Legăturile omului de bloc sînt puține și se schimbă mereu din cauza mutărilor fie a familiei, fie a vecinilor. În magazine apar mereu produse noi, care derutează siguranța unuia folosit multă vreme (care e înlocuit). În orașe omul este invadat de informații din ce în ce mai multe (uneori le caută anume), care constituie însă o agresiune asupra sistemului nervos ce devine supraîncărcat și se ajunge la nevroze diferite.

Cu toată curățenia orașului viața între ziduri înalte îți dă senzația de „claustrare", de închisoare.

Orașul este un enorm de mare consumator de energie, fără să producă vreuna primară. El consumă combustibili fosili (direct sau indirect), consumă curent electric, consumă alimente, materiale etc., toate venind din afara lui. În plus orașul degajă cantități enorme de căldură care se pierd în spațiul de deasupra al atmosferei. Pentru satisfacerea nevoilor energetice ale unui oraș de un milion locuitori, s-a calculat că este nevoie de o zonă productivă agrară cu o rază de 60 km în jur. Numărul orașelor mari crește și se ajunge (deja de acum) ca toată producția agrară a lumii să fie pusă în slujba nevoilor urbane. Orașul a ajuns stăpînul producției naturii. El nu mai are natură.

În cursul istoriei sale omul a căutat să îmbine orașul cu natura. Vestitele arhitecturi de la Versailles, și după modelul acestuia la toate curțile domnitoare, apoi clădirea castelelor înconjurate de grădini în toată lumea și însăși arhitectura corbuseriană, împleteau în mod organic și frumos clădirea și grădina. Și azi se încearcă să se facă parcuri, să se lase gazoane între blocuri, să se cultive flori în spațiile verzi. Dar cît de departe de realitatea unei convietuiri armonioase dintre clădire și vegetație sînt încercările noastre. Spiritul actual este prea mercantil și dorim să economisim spațiu pentru a ridica clădiri pe verticală și a economisi spațiul agrar. Toate însă nu se pot face bine. Azi încercăm să colaborăm cu natura, dar nu sîntem destul de lămuriți asupra nevoii intrinseci a naturii în mediul nostru de viață. Va trebui o campanie largă de lămurire și ea trebuie să înceapă din școală, de la orice nivel; copilul trebuie să cunoască nevoia relației lui cu natura, căci

numai prin cunoaștere putem educa și prin aceasta apăra natura și introducerea ei în mediul urban.

Omul care vine de la sat la oraș, se trezește deodată într-un mediu care îl solicită cu o intensitate de adaptare extraordinară, pe care nu rar nu o poate realiza (poate asta e una din cauzele atît de clasați care vin de la sate la muncă în fabricile din orașe). Ca urmare acest om migrator în spre un „vis de mai bine" ajunge un neadaptat, un nevrotic, un nemulțumit permanent, un bolnav. Adaptarea este un proces care cere timp îndelungat. Ea nu se poate face într-o singură generație. De obicei omul de la țară ajunge la oraș cam la vîrsta de 18 ani cînd poate fi angajat în munci de uzină. Dar convietuirea cu mulți vecini străini (chiar dacă e un cămin de nefamiliști), folosirea în comun a bucătăriilor, a instalațiilor sanitare (care trebuiesc și curățate) etc. duce la o încordare psihică permanentă, care la început se reține, dar pînă la urmă izbucnește în conflicte grave sau se manifestă în creșterea tensiunii arteriale (la tineri), în oboseală psihică, neatenție, nevroze, accidente de muncă. Ritmul de muncă de la oraș este cu totul altul decît cel de la țară. Cele 8 ore de serviciu pot fi dimineața, în schimbul doi sau chiar trei. Aici nu mai este timp să „respiri", să fumezi o țigară, să stai puțin, așa cum o puteai face la coasă, la sapă, la culesul recoltei etc. în sat. Aici încordarea este continuă, creierul trebuie să fie în alertă, căci altfel nu-ți faci norma sau provoci rebuturi și accidente de muncă. Ca urmare apărarea omului contra tuturor acestor agenți stressanți slăbește și el încearcă cu medicamente să se ajute, dar nu cu prea mult folos, cel mult devine alcoolic, se droghează, fumează exagerat etc.

Ocupația orășeanului în afara celor 8 ore de muncă cere încă vreo 2 ore pentru transport, apoi stă la TV, la radio, unde poate „vedea" un peisaj, o arenă cu iarbă, un meci de box, un teatru, un film etc. care toate te fixează pe scaun și devii sedentar.

Spre un astfel de *ecosistem urban* se îndreaptă omenirea cu pași repezi. Aici nu există nici o producție primară ci numai o societate pură de oameni care consumă. Este un ecosistem ce parazitează complet pe cel rural. Este nu un ecosistem, căci nu mai există nici plante și nici alte animale, ci *o cultură pură de Homo sapiens*, o populație izolată într-un mediu artificial, pe care și l-a creat și pe care îl întreține. Se va putea oare omul viitorului adapta acestui mediu artificial? Care va fi influența *acestui* mediu asupra viitorului omului? „Ecosistemul urban" reprezintă o suprastructură care apare acum și care nu știm cum va acționa asupra omului. Dar ceea ce putem ști este că această acțiune nu va fi favorabilă, ci dăunătoare asupra sănătății sale psihice și somatice.

La acest mediu urban, căci nu prea i se poate spune ecosistem, (fiind o „cultură pură" de Homo sapiens), se mai adaugă azi și schimbările pe care aceiași orășan le face în mediul depărtat al orașelor de unde își trage toate resursele sale alimentare și energetice și pe care îl dirijează din cabinete de proiectări și consilii de hotărîri. Omul de azi construiește baraje pentru hidrocentrale și irigații aruncînd prin ele în atmosferă o cantitate uriașă de vapori de apă, care trebuie să cadă undeva sub formă de precipitații (de aici inundații cînd aici, cînd dincolo); omul face șosele asfaltate pentru traficul său de mașini, extinde rețeaua de căi ferate, mărind prin ambele acțiuni suprafețele de reflexie a razelor solare (albedo) și micșorînd prin aceasta încălzirea pămîntului; omul lărgește rețeaua transporturilor aeriene cu avioane cu reacție, care consumă enorm de mult oxigen, sărăcind

atmosfera în acest gaz de primă importanță pentru viață (în S.U.A. natura produce deja numai 60% din oxigenul consumat de om în industrii și transporturi); chimizarea agriculturii pentru obținerea de producții tot mai mari distruge ecosistemul solului omorînd o serie de organisme cu rol capital în menținerea structurii pămîntului și ducînd astfel la degradarea tot mai accentuată a solurilor; în jurul termocentralelor, a fabricilor de ciment, de aluminiu, de pulberi de cărbune etc. pe distanțe de km se depune un strat de ciment, praf, cărbune care înăbușe vegetația și în bună parte intră în componența produselor agricole și în respirația omului... Și cîte altele nu face omul actual în fofida naturii.

Am arătat acest aspect al așa-zisului ecosistem urban, mai ales pentru a atrage atenția tineretului nostru asupra a ceea ce va veni, dacă nu se vor lua măsuri cuvenite și la timp pentru a nu despărți pe om de natură. Și există posibilități chiar în cadrul blocurilor, care fiind clădite în formă de piramidă, ar putea lăsa fiecărei locuințe o terasă de 30—40 mp care să fie amenajată în „natură", unde oamenii să poată sta la aer, să vadă departe, să fie înconjurați de culorile verzi ale vegetației.

Omul a trăit întotdeauna în natură și este produsul acesteia, și tot din natură își trage toate produsele necesare vieții sale. Natura a existat și poate exista fără om, dar omul nu poate să trăiască în afara naturii. S-a preconizat posibilitatea creării unor copaci de plastic (așa cum se vînd deja și la noi pomii de iarnă), în care se pot pune și păsările mecanice care la branșarea curentului electric să cînte. Dar toate acestea sînt artificiale, nu se pot compara cu natura (să nu oferiți niciodată o floare de plastic unei femei!). Omul dorește să simtă adierea vîntului curat, să poată privi departe peste cîmpuri și păduri, să simtă mirosul de iarbă și de flori, să audă foșnetul frunzelor și zborul albinelor, să trăiască în mijlocul naturii. Ecosistemul urban spre care ne îndreptăm tinde să rupă total pe om de natură. Ecosistemul urban parazitează total pe ecosistemul sătesc. Se vor crea astfel două categorii de oameni: cei de la sate, normali și cei de la orașe, bolnavi de tot felul de maladii. Orașul viitorului va fi o „cultură pură" de oameni și ca orice cultură pură va fi foarte vulnerabil la agresiunile neprevăzute ale mediului, în special la atacul virusurilor și bacteriilor.

Omul cu mintea sa trebuie să gîndească la toate acestea și să prevadă ce se va întîmpla dacă drumul spre urbanismul pur nu se va abate din nou prin natură. Căci numai în mediul natural omenirea se va putea dezvolta în perfectă adaptare cu factorii acestuia. Nu cred că cineva ar dori să trăiască înconjurat de copaci de plastic, pe iarbă sintetică, să se hrănească cu conserve de la frigider, să se miște pe fotolii duse de bande rulante, să se întîlnească cu semenii săi numai la ședințe cu progam fix etc. Toate acestea încep să fie adevărate în anumite metropole, spre care ne îndreptăm tot mai mult cu urbanismul, care socotim că este salvarea viitorului. Atenție oameni! Biologicul din noi nu acceptă acest drum pe care ni-l deschid inginerii constructori. Bine ar fi ca pentru hotărîrea viitorului să nu fie numai inginerii care să facă proiecte, ci alături de ei și în mod obligatoriu să existe cîte un biolog care să poată prevedea consecințele pentru viață ale construcțiilor inginerești.

8. CARACTERIZAREA GENERALĂ A ECOSISTEMELOR

Complexul abiogen şi biogen al Pămîntului, aflat în permanenţă şi indispensabilă interacţiune, formează în cadrul biosferei unităţi structurale şi funcţionale numite ecosisteme. Pe suprafaţa planetei noastre se află două categorii de ecosisteme: naturale şi antropogene. Ecosistemele naturale sînt create de natură ca o caracteristică constructivă a ei, avînd o mare vechime şi mare importanţă în existenţa şi manifestarea vieţii. Fizionomia ecosistemelor este dată de proprietăţile biotopilor şi biocenozelor. Plecînd de la această idee în natură găsim ecosistemele naturale epigee acvatice şi terestre şi ecosisteme naturale subterane sau hipogee. Ecosistemele naturale acvatice epigee se diferenţiază între ele, prin caracterele de ansamblu, în următoarele tipuri principale: lacul, balta, mlaştina, ape curgătoare (pîrîu, rîu, fluviu) şi marea. În principiu ele au aproximativ acelaşi mod de organizare. Fizionomia unui lac eutrof diferă faţă de a unui lac oligotrof, iar acestea diferă fundamental dacă le luăm în comparaţie cu un lac sărat sau cu unul termal. Însuşirile de ansamblu ale ecosistemelor sînt etalate de interacţiunea biotopului cu biocenoza. Ecosistemele naturale terestre sînt numeroase şi diversificate. În cadrul lor există ecosisteme de pădure, ecosisteme de pajişte şi ecosisteme de tufărişuri. Ecosistemele terestre se recunosc uşor după planta dominantă. Pădurea de fag, pădurea de molid, pădurea de stejar, pădurea de arin, pădurea de mesteacăn etc., fiecare în parte este un ecosistem cu anumite caractere abiotice şi biotice. Ele se diferenţiază prin componenţa şi structura populaţiilor iar numele ecosistemului este dat de planta lemnoasă dominantă. Acelaşi lucru este valabil şi pentru celelalte ecosisteme terestre epigee.

Ecosistemele naturale subterane sau hipogee au cu totul alte caractere şi o altă fizionomie. Aici sînt întîlnite ecosisteme subterane terestre şi ecosisteme subterane acvatice.

Ecosistemele antropogene sînt create şi dirijate de om pentru satisfacerea imediată a necesităţilor sale de viaţă sau de perspectivă. Intervenţia lui în natură a determinat apariţia unor ecosisteme noi în domeniul acvatic şi terestru. Aşa au luat naştere ecosistemele acvatice antropizate cum sînt: lacurile de baraj, lacurile de acumulare, iazurile piscicole, iazurile de epurare a apelor uzate şi ecosistemele terestre antropizate cum sînt ecosistemele agricole sau agroecosistemele reprezentate prin diferite culturi agricole (culturi cerealiere, legumicole, viticole, pomicole etc.) şi locurile de sălaş ale omului constînd din sate şi oraşe.

Impactul om-natură a condus în mare parte la transformarea ei. Ecosistemele naturale se resimt într-o măsură mai mare sau mai mică de pe urma activității umane. Ecosistemele antropizate au influență asupra celor naturale mai ales în zona lor de contact. Activitatea conștientă sau poate inconștientă a omului se îndreaptă cu toată forța spre ecosistemele naturale transformîndu-le, fără să le cunoască de multe ori legile concrete de organizare, funcționare, productivitate biologică și evoluție. Astfel, N. Botnariuc arată că „ritmul dezvoltării tehnicii, intensitatea exploatării resurselor naturale sub cele mai diferite forme depășesc viteza de refacere a naturii, cît și ritmul în care progresează cunoașterea legilor ce guvernează procesele ecologice". Se impune un studiu constant și aprofundat al unităților ecologice concrete pentru a cunoaște relațiile complexe ale populațiilor de plante și animale ce există în ecosisteme, pentru a cunoaște productivitatea reală a lor și consecințele de viitor a unei intervenții necontrolate și negîndite în sînul naturii.

9. EDUCAȚIA ECOLOGICĂ ÎN RELAȚIA OM — BIOSFERĂ

Apariția vieții pe Pămînt a dus în cele din urmă la formarea unei noi structuri planetare cunoscută sub numele de biosferă. Biocenoza, ecosistemul sau biomul nu sînt decît diviziuni ale acestei entități.

Manualele școlare definesc biosfera ca al patrulea și cel mai tînăr înveliș al Pămîntului, format din masa organică vie sau din resturile vieţuitoarelor. O definiție mai recentă și mai completă elaborată de către experții UNESCO este formulată astfel: *„Biosfera este stratul exterior al globului, unde a luat naștere viața și unde se găsește actualmente multitudinea de organisme diferite care populează straturile inferioare ale atmosferei, hidrosfera și litosfera emersă. Ea rezultă esențialmente din interacțiunea substanțelor biotice cu a substanțelor abiotice ale Pămîntului. Grație acțiunii plantelor biosfera pune în rezervă și redistribuie pe glob energia provenită din spațiul cosmic".*[1]

V.I. Vernadsky consideră biosfera terestră ca un sistem compus din materie vie și din substanțe moarte multiple foarte vechi și extrem de complexe. Biosfera este termodinamic deschisă și autoreglabilă, acumulînd și redistribuind imensele surse de energie, care în cele din urmă determină compoziția acestei componente a scoarței terestre, a atmosferei și hidrosferei și diversele procese care au loc în aceste medii. Geograful francez Jean Tricart definește biosfera foarte laconic: „Epiderma Pămîntului".

Stabilitatea (relativă raportată la timpul geologic) și plasticitatea sînt două caracteristici importante ale biosferei.

Omul și societatea omenească fac parte integrantă din biosferă și în dependență foarte strînsă de resursele pe care aceasta i le oferă. În consecință, biosfera este pentru om componenta cea mai importantă a naturii care-l înconjoară. Degradarea ei în continuare va avea urmări nefaste asupra speciei umane.

Istoria omenirii se confundă cu istoria utilizării resurselor naturii, îndeosebi a resurselor biosferei începînd cu epoca uneltelor de piatră și pînă în epoca descoperirii atomului. Omul cavernelor este exemplul tipic de dependență totală față de natură. Omul neolitic a obținut o mare cucerire prin cultura unor plante comestibile și prin domesticirea unor animale. Cu aceasta începe ingerința omului asupra naturii. Descoperirea metalelor a dat îndepărtaților noștri strămoși arme ofensive care au făcut posibile excese și sacrificii inutile în dauna naturii vii care-l înconjura. Astăzi ne-am degajat în parte de influența naturii, reușind să o domesticim în oarecare măsură,

[1] Din Programul USMAB, Nov. 1971 Paris.

cu totate că, din cînd în cînd ne atrage atenţia în mod violent că îi aparţinem şi că ne domină (cutremurele de pămînt, erupţiile vulcanice, taifunurile, inundaţiile etc.).

Adesea avem tendinţa să uităm că natura, biosfera în special este aceea care satisface direct sau indirect, cea mai mare parte din nevoile noastre vitale.

Abundenţa şi varietatea darurilor naturii au dat naştere credinţei că natura este inepuizabilă şi că omul poate dispune fără limită de resursele ei.

Nevoile şi exigenţele privind confortul societăţii umane moderne cresc într-un ritm care se dublează la fiecare deceniu. Populaţia planetei creşte exponenţial iar industrializarea necesită o enormă exploatare a resurselor naturale şi o modificare profundă a mediului natural. Punerea în cultură a unor vaste întinderi de teren, utilizarea altora ca păşuni, despăduririle, construirea de canale şi baraje, exploatările miniere, fertilizarea chimică a solului, folosirea erbicidelor şi insecticidelor în tehnica agricolă, irigaţiile, eroziunea solului, deşeurile industriale şi multe alte activităţi umane modifică structura şi dinamica biosferei. Aceste modificări au de multe ori un caracter destructiv (exploziile nucleare în primul rînd) şi, ceea ce este în mod deosebit îngrijorător pentru viitorul omenirii, multe dintre acestea sînt ireversibile, pentru că provoacă rupturi în sistemele ecologice şi distrugerea echilibrelor naturale.

În general biosfera se caracterizează printr-o mare rezistenţă şi stabilitate faţă de influenţele exterioare putînd suporta modificări de structură, fără ca procesele esenţiale să fie tulburate sau împiedicate. Pe de altă parte posedă o mare plasticitate structurală. Plasticitatea constituie un avantaj important pentru om căci îi permite, într-o largă măsură, să modifice biosfera şi să o exploateze după nevoile sale. Aceste modificări nu pot depăşi totuşi anumite limite care depind de modul în care se intervine şi de tipul sistemului ecologic în cauză, fără să fie ameninţat echilibrul dinamic al biosferei. În unele regiuni geografice ale globului aceste limite au fost deja depăşite, aşa cum o arată deteriorarea unei părţi importante a biosferei, epuizarea solurilor, a resurselor de apă dulce şi dispariţia a numeroase specii vegetale şi animale.

De miliarde de ani de cînd viaţa există pe planeta noastră, materia vie a transformat în energie chimică şi mecanică o cantitate imensă de energie luminoasă şi calorică provenită de la Soare. Atomii diverselor elemente chimice, în cursul unui ciclu complex, au traversat materia vie în nenumărate cicluri. Aspectul general al planetei noastre a suferit pe cale naturală modificări profunde. Materia vie a determinat compoziţia atmosferei, a rocilor sedimentare, a solului şi într-o mare măsură a hidrosferei.

Dar modificările survenite pe cale naturală se fac în mod lent, în perioade geologice lungi, fără deteriorarea structurii şi echilibrului funcţional dintre elementele componente ale biosferei, lăsînd acesteia posibilitatea să se adapteze treptat la condiţiile noi, cu sau fără sacrificarea unor specii mai greu adaptabile şi apariţia altora, mai bine dotate pentru adaptările la noile condiţii.

Intervenţia omului se face însă în timp scurt, în perioade istorice, ceea ce brutalizează ecosistemele provocînd traumatisme, care lasă în urma lor sechele. Se deteriorează echilibrul natural, dispar valoroase plante şi animale şi se dezvoltă ecosistemele naturale specii inferioare, mai uşor adaptabile însă mai puţin folositoare omului.

Dar cel mai important fenomen îl reprezintă ruperea echilibrului ecologic şi a ritmului ciclului biogeochimic, procese cu profunde implicaţii asupra naturii vii, inclusiv asupra omului însuşi.

De aceea, conservarea sau restabilirea echilibrului dinamic al biosferei şi dezvoltarea unor tehnici care să permită o utilizare mai raţională a resurselor sale, este o datorie imperioasă a omului modern.

Resursele biosferei, de care depinde existenţa noastră s-a convenit să fie numite cu un termen franţuzesc „renouvelables" adică se reînnoiesc în cicluri precise. Se reînnoiesc dar cu condiţia să fie folosite prudent şi moderat fără ruperea echilibrului ecologic.

Bogatele şi variatele daruri ale naturii care satisfac nevoile primare ale omului sînt amplificate de podusele secundare. Viaţa modernă din marile oraşe a determinat prin caracterul său artificial, necesităţi noi. Satisfacerea lor este esenţială pentru sănătatea fizică şi morală a citadinului surmenat de mecanizare, de circulaţia trepidantă, de aglomerare, de zgomot, de poluare şi de stressul zilnic. Este explicabilă nevoia unui număr crescînd de oameni de a-şi petrece timpul liber în natură. Aspiraţie lăudabilă dacă turismul n-ar executa şi el sub diferite forme o influenţă negativă asupra biosferei, prin poluare şi distrugeri nemotivate ale vegetaţiei şi faunei.

Am enumerat cîteva dintre pericolele care ameninţă natura vie, atît de necesară existenţei, bunei stări şi echilibrului omului modern. Dar cîte alte pericole şi mai grave încă ameninţă natura în ceea ce are ea mai vital pentru om: aerul poluat pe care trebuie să-l respire, produsele nocive care impregnează solul şi alimentele noastre, rîurile transformate în canale de scurgere a deşeurilor casnice şi industriale, dramaticile efecte ale despăduririlor etc.

Impactul crescînd al omului asupra biosferei nu se soldează întotdeauna cu efecte negative: de exemplu, realizarea unor reuşite sisteme de cultură intensivă. Reuşita se datorează respectării legilor ecologice fundamentale, legi care dirijează ecosistemele naturale. Utilizarea şi amenajarea judicioasă şi eficientă a biosferei nu trebuie să fie în contradicţie cu procesele fundamentale ale fluxului energetic şi ale ciclului geochimic. În caz contrar se va ajunge la dezechilibrare. Cauzele principale ale dezechilibrului ecosistemelor sînt: degradarea solului, alterarea ciclului geochimic, salinizarea, schimbarea bilanţului apei, schimbarea raporturilor biotice în biocenoze etc.

Bunăstarea omenirii depinde de conservarea resurselor ce se reînnoiesc ale biosferei, resurse care depind, ele însăle, de realizarea unui judicios echilibru între Homo sapiens, pe de o parte, şi ceilalţi locuitori ai Terei şi resursele globului terestru, pe de alta. Avem, indiscutabil nevoie să cunoaştem mai bine relaţiile între populaţiile umane şi posibilităţile lor, pe de o parte şi mediul natural pe de alta. Elaborarea unui ansamblu complex de cunoştinţe ecologice este indispensabil pentru realizarea unei lumi mai bune.

Dacă în trecutul mai mult sau mai puţin îndepărtat strămoşii noştri considerau că resursele naturii sînt inepuizabile iar mediul înconjurător inalterabil, dacă ei considerau natura ca un adversar contra căruia trebuie să duci lupta prin orice mijloace, astăzi omenirea este mai mult sau mai puţin avizată de pericolele ce se pot ivi prin aplicarea în viaţa de toate zilele a unei astfel de concepţii.

Nu e mai puţin adevărat că marea masă a populaţiei globului consideră avertismentele ca utopii ale savanţilor, iar o parte din oameni, şi anume cei

din sectoarele economice, chiar dacă le înțeleg și sînt convinși de justețea lor, din motive egoiste, mercantile, nu țin cont de ele.

* * *

De aceea considerăm, alături de experții UNESCO în problemele relațiilor om—biosferă, că acțiunea pentru conservarea echilibrului ecologic și a potențialului bioproductiv al biosferei trebuie să înceapă cu educarea maselor. Fără convingerea și participarea tuturor oamenilor indiferent de locul unde se află în angrenajul social, la acțiunea de conservarea naturii și a sănătății mediului înconjurător nici un efort al savanților sau al guvernelor nu va avea succes.

Tema fundamentală a oricărui program de educație trebuie să fie utilizarea de către om a spațiului în care trăiește și-și desfășoară activitatea, de așa manieră încît să nu degradeze solul, apa, aerul, să nu epuizeze vegetația și animalele prin exploatări excesive fiindcă aceasta va avea repercusiuni nedorite asupra lui însuși. „Omul nu este în natură ca un imperiu într-altul; el nu este nici în afara naturii nici deasupra ei, ci în interiorul ei", cum a spus pe bună dreptate Spinoza.

Pentru ca educația maselor să progreseze într-un ritm mai rapid, oamenii de știință au elaborat diferite proiecte de educare indiferent de vîrstă, categorie socială, profesiune etc. Aceasta plecînd de la ideea că nu se poate face o adevărată protecție a mediului înconjurător decît cu participarea activă și conștientă a tuturor oamenilor.

Problema a fost dezbătută la *„Conferința Națiunilor Unite asupra mediului înconjurător"* de la Stockholm din 1972 precum și la diferite reuniuni ale *„Programului Națiunilor Unite pentru mediul înconjurător"*, la reuniunile *„Programului om-biosferă"* coordonat de UNESCO și la diferite alte reuniuni internaționale organizate de aceste organisme, interguvernamentale sau chiar organisme internaționale neguvernamentale.

Cele mai recente orientări privind educația maselor în legătură cu mediul înconjurător, elaborate de un for internațional, le datorăm conferinței de la Belgrad din octombrie 1975, organizat de UNESCO în colaborare cu Programul Națiunilor Unite pentru mediul înconjurător (PNUE), la care au participat specialiști din 64 țări și conferința de la Tbilisi din 1977.

Necesitatea unui proiect internațional de mari proporții, privitor la educația maselor în domeniul mediului înconjurător a apărut deja de cîtva timp. De fapt, cea mai mare parte din programele UNESCO de cercetare asupra mediului înconjurător și resurselor naturale conțin importante referiri la educație și formare. Dar aceste referiri puneau accentul pe formarea de experți și de tehnicieni destinați să acopere nevoile de personal specializat în cercetare. În cursul ultimilor ani a devenit din ce în ce mai evident că nu va fi posibil să se găsească o soluție viabilă problemelor mediului înconjurător, atît timp cît nu va interveni o schimbare sensibilă, la toate nivelele de educație, transformări care să permită la toate straturile populației, să ia cunoștință încă din copilărie, la interacțiunile și interrelațiile fundamentale dintre om și mediul său.

De altfel, încă la Conferința Națiunilor Unite pentru mediul înconjurător din anul 1972 de la Stockholm, acest punct de vedere al generalizării educației în materie de mediu ambiant a fost clar exprimat. Rezoluția acestei conferințe propune elaborarea unui *„Program educativ internațional de învățămînt interdisciplinar, școlar și extrașcolar relativ la mediul înconjurător pen-*

tru toți, acoperind toate gradele de învățămînt și adresîndu-se la toată lumea, cetățeni sau țărani, tineri și adulți, cu scopul de a-i face să cunoască acțiunile simple pe care ei le pot întreprinde, în limitele mijloacelor lor, pentru a gestiona și proteja mediul înconjurător." UNESCO a fost însărcinat să dea viață acestei acțiuni pe plan internațional.

Pe măsură ce mijloacele de informare privind această acțiune s-au acumulat, s-a desprins concluzia că mediul înconjurător nu poate fi considerat ca obiect de studiu de aceeași manieră ca de exemplu matematica, biologia, geologia, chimia ș.a. Este necesar să se organizeze un astfel de program de educație încît să se înțeleagă că o decizie sănătoasă în materie de mediu înconjurător presupune cunoașterea interrelațiilor unui fascicul complex de factori la scară locală sau generală.

În consecință accentul trebuie pus pe caracterul interdisciplinar al educației privitoare la mediul înconjurător. De exemplu, pentru a putea studia efectele poluării asupra sănătății, un curs de chimie va trebui să dezbată efectele biologice și sanitare ale poluării, tehnica de anihilare a efectelor poluării, măsuri antipoluante la sursă, consecințele economice ale poluării și ale măsurilor antipoluante etc.

Discuțiile colocviului de la Belgrad au avut drept scop de a îmbrăca schema proiectului de program elaborat de specialiștii internaționali UNESCO cu metodele și mijloacele de acțiune. Participanții au adus cîteva amendamente și ameliorări proiectului inițial, elaborînd directive și recomandări valabile pe plan mondial în materie de educație relativ la mediul înconjurător.

Invocînd necesitatea unei noi etici și a unei orientări mondiale, participanții au definit astfel scopul educației privitoare la mediul înconjurător *„de a forma o populație mondială conștientă și preocupată de mediul înconjurător și de problemele conexe acestuia, o populație care are cunoștințe competente, starea de spirit, argumentele și sensul care-i permit să lucreze individual sau colectiv la rezolvarea problemelor actuale sau a celor care s-ar pune ulterior*".

Principalul obiectiv al educației, în materie de mediu ambiant, trebuie să fie marele public. Acest obiectiv trebuie să fie atins pe două căi: în primul rînd în sectorul de educație convențională, adică la nivelul școlilor de toate gradele (primare, secundare, universitare, postuniversitare) dar care trebuie să se adreseze în măsură egală atît elevilor cît și profesorilor și specialiștilor în problemele mediului înconjurător. În al doilea rînd într-un sector de educație informațional, cuprinzînd indivizi sau colective de tineri și adulți din toate profesiunile, familii și muncitori, responsabili în domeniul amenajărilor și responsabil în domeniul deciziilor situați în afara sectorului de învățămînt convențional.

Educația în materie de mediu înconjurător admite sau ar trebui să admită și să dezvolte următoarele opt principii generale și anume:

— mediul înconjurător trebuie să fie considerat în totalitatea sa: natural și creat de om, ecologic, politic, economic, tehnologic, social, legislativ, cultural și estetic;

— educația trebuie să constea într-un proces continuu de-a lungul întregii perioade școlare cît și extrașcolare, ca o parte integrantă a educației generale;

— să fie concepută de o manieră interdisciplinară;

— să sublinieze importanța unei participări active la prevenirea și soluționarea problemelor puse de către mediul înconjurător;

— să cuprindă principalele probleme ale mediului înconjurător într-o perspectivă mondială, dar respectînd diferențele regionale;

— să fie axată pe situația actuală și viitoare a mediului înconjurător;

— să examineze problemele dezvoltării și creșterii din punct de vedere al mediului înconjurător;

— să insiste asupra valorii și necesității unei cooperări locale, naționale și internaționale, pentru a rezolva problemele mediului înconjurător.

Un instrument principal al programului propus de UNESCO la colocviul de la Belgrad este crearea în cadrul UNESCO, începînd din 1976 a unei publicații internaționale cu profil adecvat, care să pună în circulație pe plan mondial date, fapte și idei în domeniul mediului înconjurător.

Educația are, de asemenea, menirea să apropie unul de altul pe cercetători și factorii de decizie în materie de mediu ambiant pentru ca scopul să fie atins. Cercetătorii pot să furnizeze rezultate științifice precise pe baza cărora factorii de decizie vor putea orienta just acțiunile și hotărîrile lor. Totodată, responsabilii de decizii vor putea lua cunoștință de complexitatea proceselor declanșate de intervențiile lor.

Marele public are totuși ultimul cuvînt de care depinde în cele din urmă validarea rezultatelor cercetărilor și eficiența deciziilor. Atît timp cît populația nu va cunoaște esența lumii vii de care este înconjurată și nu va fi sensibilă la calitatea ei, nu va urmări menținerea echilibrului ecologic și sănătatea mediului înconjurător. Dar, dobîndirea acestei conștiințe și înțelegerea problemelor nu înseamnă rezolvarea lor. Trebuie obținută trecerea de la cunoașterea fenomenelor la transferul lor în comportamentul individual, în colectiv. În acest proces educația are un rol hotărîtor.

În consecință educația ecologică este o condiție *sine qua non* a realizării unui echilibru între om și natură, între economie și ecologie. Se poate spune că educația ecologică conferă o nouă dimensiune în comportamentul uman și în stilul de viață.

BIBLIOGRAFIE

Andrei, M., Succesiunea asociaţiilor de macrofite din complexul de bălţi Crapina-Jijila. Comunicări de hidrobiologie, Bucureşti, 1970, **37**.

Adrieux C., Contribution à l'étude du climat des cavités naturelles des massifs karstiques. Ann. Spéléol. 1971, 26, 2.

Antipa, Gr, Regiunea inundabilă a Dunării. Starea ei actuală şi mijloacele de a o pune în valoare. Anan. Inst. geol. Rom. IV, 1912, 2.

Antipa, Gr, Das Uberschwemmungsgebiet der unteren Donau. An. Inst. geol. Rom, Bucureşti, 1910, **4**, **2**.

Antipa, Gr, Marea Neagră, Bucureşti, 1941, **1**.

Antonescu, C. A, Rudescu, L., Caracterizarea hidrobiologică a apelor din Delta Dunării, *Hidrobiologia*, Bucureşti, 1958, **1**.

Antonescu, S. C., Biologia apelor. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.

Antonescu, S. C., Protecţia mediului înconjurător în dezbaterea conferinţei de la Stockholm, Natura, 1973.

Arion, E., Zonarea biocenotică a riului Moldova de la izvor la vărsare (teză de doctorat). Bucureşti, 1972.

Banu, A.C., Rudescu L., Delta Dunării, Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1965.

Barnea, M., Papadopol, C., Poluarea şi protecţia mediului. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1975.

Barr, T.C. şi Kuehne, R. A., Ecological studies in the Mammouth Cave system of Kentucky. II. The Ecosystem. Ann. Spéléol. 1971, **26**.

Băcescu, M., Observaţii biologice şi faunistice în legătură cu balta Greaca. Rev. şt. „V. Adamachi", Iaşi, 1942, **28**.

Băcescu, M, Urme de faună marină în apele Dunării la Cazane şi Porţile de Fier. Rev. ştiinţif. „V. Adamachi", Iaşi, 1944, **30**.

Băcescu, M.C, Müller, G.I. şi Gomoiu, M.T., Ecologie marină. Cercetări de Ecologie bentală în Marea Neagră, **4**, Edit. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1971.

Bănărescu, P., Pisces— Osteichthyes. Fauna R. P. Române, Ed. Acad. R.P.R. Bucureşti, 1964, **13**.

Behning, A., Uber das Plankton der Wolga. Verth. Int. Ver. für theor. u. angevandte Limn., Stuttgart, 1929, **4**.

Beldie, Al., Flora şi vegetaţia munţilor Bucegi, Ed. Acad. 1967.

* * * Biogeografia României. Ed. Acad. Bucureşti, 1969.

Bleahu, M., Decu, V., Negrea, St., Pleşa, C., Povară, I., Viehmann I., Peşteri din România, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1976.

Birstein, I. A., Levuşkin, S. I., Necotorie i zadaci izuceniia podzemnoi fauni S.S.S.R., Zool., jurn. 1967, **46**, **10**.

Bodin, J., L'écologie et l'environnement. Collection, Mouche, Paris, 1976
Boieriu, J., Cultura grîului. Ed. agrosilvică, Bucureşti, 1966.
Botnariuc, N., Cu privire la repartiţia orizontală a zooplanctonului. Bul. ştiinţ Acad. R.P.R. Sect. şt. Biol. agr. geol. geogr. 1954, 6.
Botnariuc, N., Viaţa în Deltă, Ed. Tineretului, Bucureşti, 1960.
Botnariuc, N., Principii de biologie generală, Ed. Acad. R.S. România, Bucureşti. 1967.
Botnariuc, N., Some characteristic feature of the flood plain ecosystems of the Danube. Hidrobiologia, Bucureşti, 1967, 8.
Botnariuc, N., Biologie generală. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1974.
Botnariuc, N, Concepţia şi metoda sistemică în biologia generală. Ed. Acad R.S.R. Bucureşti, 1976.
Botnariuc, N, Beldescu, Monografia complexului de bălţi Crapina-Jijila. *Hidrobiologia* 1961, 2.
Botnariuc, N., Beldescu, S., Boldor, O., Producţia primară a apelor din zona inundabilă a Dunării. Hidrobiologia, Ed. Acad. Buc. 1964, 5.
Botnariuc, N., Murgoci, A., Papadopol, M., Ecosistemele acvatice şi productivitatea lor. Realizări recente şi perspective în biologie. Bucureşti, 1972.
Botoşăneanu, L, Observations sur la faune aquatique hypogée des Monts du Banat (Roumanie). Trav. Inst. Spéol. „Emile Racovitza", 1971, 10.
Breier, A., Lacurile de pe litoralul românesc al Mării Negre Studiul hidrografic. Ed. Acad., R.S.R. Buc. 1976.
Brezeanu, Gh., Baltac, M., Zinevici, V., Chimismul şi structura biocenotică a riului Ialomiţa în raport cu factorii de mediu. Hidrobiologia, Bucureşti, 1968, 9.
Brezeanu, Gh., Popescu-Marinescu, V., Cercetări comparative asupra Dunării (Km 697) şi bălţii Nedeia. Hidrobiologia, Bucureşti, 1965, 6.
Brezeanu, Gh., und Prunescu-Arion, E., Beitrage zum Hydrochemischen und Hydrobiologischen Studium, des St. Georgarms (Donaudelta). Revue de Biologie, Bucureşti, 1962, 7, 1.
Brezeanu, Gh, Marinescu-Popescu, V., Studiul hidrobiologic al bazinului inferior al Cernei. *Hidrobiologia*, Buc. 1964, 5.
Bușniţă, Th., i Zinevici, V., Inhtiofauna rumânskogo sektora Dunaia v razlicinih ghidrobiologhiceskih zonah i ee prognoz dlia buduşcih vodohranilişci. Revue de Biologie, Bucureşti, 1963, 8, 3.
Bușinţă, Th., Brezeanu, Gh., Oltean, M., Popescu-Marinescu, V., Prunescu-Arion, E., Monografia zonei Porţilor de Fier. Studiul hidrobiologic al Dunării şi al afluenţilor săi. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1970.
Buta, I., Săndulache, Al., Lacurile din bazinul Luduşului. Probl. de geografie, 1961, 8.
Călinescu, R., Profil biogeografic în lacul Căldăruşani. Anal. Univ. „C. I. Parhon", Seria St. nat. 1956, 12.
Călinescu, R., Biogeografia României. Ed. St. Bucureşti, 1969.
* * * Cercetări ecologice în podişul Babadag, Ed. Acad. Bucureşti, 1971.
Chiosilă, I., Contribuţii la studiul migraţiei stronţiului radicactiv din apă şi din organismele planctonice şi bentonice în peştii dulcicoli (teză de doctorat), 1977.
Chiosilă, I., Reviu, E., Chirovici Maria, Studies concerning radiostrontium concentration by fish from the Danube. In 1-st Rescarch Coordination meeting on „The Problems of Radioecology of the Danube River". Proc. Symp. Bucharest, 1977, I.A.E.A. Viena, 1978.
Chiriţă, C., Andrei, S., Papacostea P., Hondru, N., Ecopedologie cu baze de pedologie generală. Ed. Ceres, Buc. 1974.
Chiriţă, C., Vlad, I., Păunescu, C., Pătrăşcoiu, N., Roşu, C., Iancu, I., Staţiuni forestiere. Ed. Acad., Buc. 1977.

Chiriţescu, M., Zonele de cultură şi producţie a principalelor cereale în diferite regiuni din ţară. Monitorul oficial, Buc. 1930.
Codreanu, R. (sub red.) — Probleme de ecologie terestră. Edit. Academiei R.S.R., Buc, 1978
Coldea, Gh., Plămadă, E., Pînzaru, Gh., Spârchez, Z., Studii comparative asupra productivităţii unor ecosisteme primare (jnepenişuri) şi secundare (nardete) din munţii Maramureşului. St. şi Cerc. biol. Veget. 1977, **29**, 2, **143**.
Coteţ, P., Cîteva observaţii asupra formării lacurilor şi reţelei de văi secundare din Cîmpia Română. Anal. Univ. „C.I. Parhon", Seria St. Nat. Bucureşti, 1957, **6**.
Dajoz, R., Tratado de ecologia. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1974.
Decou, A. Decou, V., Recherches sur la synusie du guano des grottes d'Oltenie (Roumanie). Note préliminaire. Ann. Spécl., **1964**, 19, **4**.
Decou, V. Gh, Negrea, Şt., Aperçu zoogéographique sur la faune cavernicole terrestre de Roumanie. Acta Zool. Cracoviensia 1969, **14, 20**
Decou, V. Gh., Negrea, St., Racovitza Gh., Fundora, Martinez C., Première expédition biospéologique cubano-roumanie à Cuba (1969). Quelques observations sur les stations terrestre prospectes, Trav. Inst. Spéol. „Emile Racovitza", 1971, **10**.
Decou, V. Gh., Negrea, A., Negrea, St., Une oasis biospéologique tropicale développée dans une région tempérée: „Peştera lui Adam" de Băile Herculane (Carpates Méridionales, Roumanie). Trav. Inst. Spéol. „Emile Racovitza", 1974, **13**.
Delamare Deboutteville C., La vie dans les grottes. Coll. „Que saisje?", nr. 1430, Presses Univ. de France, Paris, 1971.
Delay, B., Milieu souterrain et écophysiologie de la reproduction et du développement des Coleoptères Bathysciinae hypogés. Mem de biospeologie, nr. 5, Edition Lab, Souterrain C.N.R.S., Moulis, 1978.
Doniţă, N., Purcelcanu, S., Ceianu, I., Beldie, Al., Ecologie forestieră Ed. Ceres, Bucureşti, 1977.
Duffey, E, La nature et l'homme. Flammarion International Library, Paris, 1970.
Dussart, B., Limnologie. L'étude des eaux continentales Gauthier-Villars, Paris, 1966.
Elton, Ch., Animal Ecology, London, 1962.
* * * The Environment — A National Mission for the Seventies. Harper & Row, New-York, Evanston, London, 1970.
Furnică, Gh., Procese radioecologice în contaminarea radioactivă a apei, solului şi vieţuitoarelor, Igiena, 1972, **2**.
Gavrilă, L. şi Gavrilă, C., Studiul fitoplanctonului Dunărean, Peuce, Tulcea, 1971, **1**.
Giştescu, P., Nicola, A., Lacurile de pe valea Colentinei. Geneza şi regimul hidrologic. Com. Acad. R.P.R., nr. 9, 1961.
Giştescu, P., Tipuri de lacuri din R.P.R. după originea cuvetei lacustre. Probl. de geografie, 1961, **8**.
Giştescu, P, Lacurile din R.P.R. Geneză şi regim hidrologic. Ed. Acad. Bucureşti, 1963.
Giştescu, P., Lacurile din România. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1971.
* * * Geografia văii Dunării româneşti, Ed. Acad. R.S.R., Buc., 1969.
Ginet R., Decu, V., Initiation à la biologie et à l'écologie souterraines Editions Univ. Jean Pierre Delarge, Paris, 1977.
Giurgui, V., Decei, I., Armăşescu, S., Biometria arborilor şi arboretelor din România. Ed. Ceres, Bucureşti, 1972.
Godeanu, S., Contribuţii la cunoaşterea sinecologică a zoocenozelor tinovului Gemenele din Parcul Naţional Retezat Sargetia, Deva, 1974, **10**.
Grassé, P. P., L'évolution du vivant. Coll. „*Sciences d'aujourd'hui*" . Editions Albin Michel, Paris, 1974.
Gruia. L., Alge din complexul de bălţi Crapina-Jijila. Hidrobiologie, 6, 1965.

Gruia, M., A. Zamfirescu, Variation mensuelle de la fauna de Collemboles dans la litiere de Pinus mugus Mill., Picea excelsa (Lara) et Abies alba Mill. dans trois stations des Monts Bucegi I. Colloque National de Speologie Bucureşti-Cluj 2—11 oct. 1971, Ed. Acad. R.S.R., 1973.

Gomoiu, M. T., Ghid pentru cunoaşterea florei şi faunei marine de la litoralul românesc al Mării Negre, Agigea, 1976.

Guilcher, A., Continental shelf and slope (continental margin) in Hill, M. N. — The Sea. 3 Intersci. Publ., New York, London, Sydney, 1966.

Hodorogea, P., Contribuţii la studiul ecologic al peşterii Topolniţa (jud. Mehedinţi). Teză de doctorat Univ. Bucureşti, 1976.

Husmann, S., Weitere Vorschläge für eine Klassifizierung subterraner Biotope und Biocoenosen der Süsswasserfauna. Int. Rev., Ges. Hydrobiol , 55, 1, 1970.

Iancu, S., Contribuţii la cunoaşterea lacurilor alpine din masivul Paring. Anal. Univ. „C. I. Parhon", Ser. St. nat. geol.-geogr. 1961, 27.

Illies, J., Botăşăneanu, L., Problèmes et méthodes de la clasification et la zonation écologique des eaux courrantes, considerées surtout du point de vue faunistique. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., Stuttgart, 1963, 12.

Ioaniţoaia, H., Puncte de vedere noi asupra mineralizării lacurilor din partea de nord-est a Cîmpiei Române. Lucrările colocviului de limnologie fizică. Bucureşti, 1970.

Ionescu, A. M., Cynipine-Fauna R.S.R. Insecta vol. IX, Fasc. 11. Ed. Acad. R.P.R., 1957.

Jadin, V. I., Jizni presnih vod S.S.S.R. Moskva-Leningrad, 1950, 3.

Jeannel, R., Les fossiles vivants des cavernes. Ed. Gallimard, Paris, 1943.

Jeannel, R., Faune cavernicole de la France, avec une étude des conditions d'existence dans le domaine souterrain. Ed. P. Lechevallier, Paris, 1926.

Juberthie, C., Vie souterraine et reproduction. Bull. Soc. Zool. France 1975, 100, 2.

Kevan, D. K. McE., Soil animals Witheerby, London, 1962.

Kormondy, J. E., Concept of Ecology New Jersey, 1969.

Lăcătuşu, M., Tudor, C., Teodorescu, I., Lucrări practice de Entomologie. Centrul de multiplicare al Univ. Bucureşti, 1974.

Leruth, R., La biologie du domaine souterrain et la faune cavernicole de la Belgique. Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 1939, 87.

* * * Limnologia sectorului românesc al Dunării. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1967.

Lupei, N., Biosfera. Ed. Albastros, 1977.

Maier, I., Cultura legumelor. Edit. Agrosilvică Bucureşti, 1961.

Manolcli, D., şi Nalbant, T. T., Viaţa în Marea Neagră. Edit. Ştiinţ. Enciclop., Bucureşti, 1976.

Mălăcea, I., Lacurile alpine şi viaţa din ele. Natura, 1956, 6.

Mălăcea, I., Cercetări ecologice privind succesiunea populaţiilor de organisme în cursul procesului de autopurificare a apei reziduale de difuzie în bazinele unei fabrici de zahăr. Comunicări de zoologie, Bucureşti, 1957—1959, 1960.

Mălăcea, I., Biologia apelor impurificate. Ed. Acad. R.S.R., Buc. 1969.

Mitchell, R. W., A comparaison of temperate and tropical cave communities. The Southwestern Naturalist, 1969, 14, 1.

Miron, I., Plecopterele Carpaţilor Orientali,. An. St. Univ., 1960, 6, 2.

Motaş, C., Decou, V., Burghele, A., Sur l'association pariétale des grottes d'Olténie (Roumanie). Ann. Spéléol. 1967, 22, 3.

Motaş, C., Procédé des sondages phréatiques; division du domaine souterrain; classification écologique des animaux souterrains le psammon. Acta Mus. Maced. Sci. Nat., 1962, 8, 7.

Motaş, C., Protecţia naturii, o problemă capitală a timpului nostru. St. Com. Muz. St. nat. Bacău, 1971.

* * * Monografia geografică a R.P.R. Edit. Acad. R.S.R. Bucureşti, 1960.
Neacşu, P., Ecologie generală. Centrul de multiplicare a Univ. Bucureşti, 1974.
Neagu-Godeanu, M., Fitocenozele acvatice şi palustre din Delta Dunării în condiţii naturale şi amenajate. Teză de doctorat Bucureşti, 1973.
Negrea, Şt., Negrea, A., Contribuţii la studiul asociaţiei parietale a peştilor din Banat. Lucr. Inst. Speol. „Emil Racoviţă", 1968, 7.
Negrea, Al, Negrea, Şt., Sur la synusie du guano des grottes du Banat (Roumanie). Trav. Inst. Spéol. „Emil Racovitza", 1971, 10.
Negrea, Şt., Negrea, A., Recherches sur l'association pariétale des grottes du Banat (Roumanie). Acta Zool. Cracoviensia, 1972, 17. , 3.
Negrea, Şt., Negrea, Al., Ecologia populaţiilor de cladoceri şi gasteropode din zona inundabilă a Dunării. Ed. Acad. R.S.R. Bucureşti, 1975.
Negrea, Şt.. Negrea, A., Sur les associations de plancher des grottes du Banat (Roumanie). Trav. Inst. Spécol. „Emile Raccvitza, 1977, 16.
Nicolescu, M., Lacurile helioterme sărate. Meteorl. hidroteh. gosp. apelor, 1962, 1.
Odum, E. P., Fundamentals of Ecology, W. B. Saunders Company, Philadelphia-London, 1959.
Oltean, M., Contribuţii la cunoaşterea diatomeelor din planctonul Dunării româneşti, St. şi cerc. biol., s. biol. veget. Bucureşti, 1960, 12, 4.
Oltean, M., Zanoschi, V., Observaţii asupra diatomeelor din mlaştinile eutrofe din bazinul Bilborului. St. cercet. de biologie. Seria biologie veget., 1962, 4.
Oltean-Cosma, C., Biologia şi ecolcgia plantei Nymphaea lotus L. var thermalis (D.C.) Tuzs., de la băile 1 Mai-Oradea. Ocrotirea Naturii Bucureşti, 1959, 4.
Oprea, C. V., Lupei, N., Echilibre şi dezechilibre în biosferă. Ed. Facla, Bucureşti, 1975
Orghidan, T., Dumitresco , M., Données préliminaires concernant la faune des espaces lithoclasiques des schistes verts de Dobrcgea. Spelunca Mémcires, 1964, 4.
Orghidan, T., Un nou domeniu de viaţă acvatică subterană: „hictcpul hipcreic". Bul. St. Secţ. Biol. Agr. Geol. Gecgr. 1955, 7, 3.
* * * Pajiştile din masivul Paring şi îmbunătăţirea lcr. Ed Agrcsilvică, Bucureşti, 1962.
Papacostea, P., Biologia solului. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1976.
Papadopol, M., Hidrobiologie (Limnolcgie biologică). Bucureşti, 1978.
Pascovschi, S, Leandru, V., Tipuri de pădure din R.P.R., Bucureşti, 1958.
Pascovschi, S., Doniţă, N., Vegetaţia lemncasă din silvcstepa Rcmâniei. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1967.
* * * Păşunile şi fineţele din Republica Pcpulară Rcmână. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1963.
Paucă-Comănescu, M., Cercetări mcrfo-fiziclcgice asupra unor specii ierbcase din pajiştile alpine şi montane în rapcrt cu ccndiţiile lcr ecolcgice. Rezum. tezei de doctorat Centrul de multiplicare al Univ. Bucureşti, 1973.
Pânzaru, T., Lacurile carsto-saline din ccmplexul lacustru de la Ocna Sugatag (Maramureş) Aspecte morfolcgice şi mcrfometrice. St. Univ. Babeş-Bolyai, ser. geol. geogr. fasc. 2, 1969.
Pişota, I., Lacurile glaciare din Carpaţii Meridionali, Studiu hidrologic. Ed. Acad. R.S.R., 1971.
Pişota, I., Buta, I., Hidrobiologie, Ed. didactică şi pedagogică, Buc. 1975.
Pirvu, C., Contribuţii la cunoaşterea flcrei şi vegetaţiei din mlaştinile Stegardin şi Făget. *Hidrobiolcgia*, Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1973, 14.
Pirvu, C., Studiul limnologic al mlaştinilcr şi turbăriilcr din zona curburii Carpaţilcr şi Subcarpaţilor. Orientali din R. S. Rcmânia, . Teză de doctorat, Bucureşti, 1974.
Pirvu, C., Studiul producţiei primare la microfitele planctonice din mlaştinile Bălbiitcarea Stegardin şi Făget. Comunicări şi referate. Muz. de St. nat. Ploieşti, 1976.

Pîrvu, C., Studiul calitativ al componenței numerice și biomasei zooplanctonului mlaștinii turbo-sfagnicole Manta. Studii și cercetări biologice, Seria biol. anim. Ed. Acad. R.S.R., București, 1977, 29, 2.

Pîrvu, C, Studiul producției primare a macrofitelor din mlaștinile Bilbiitoarea, Stegardin și Făget, *Hidrobiclogia* . Ed. Acad. R.S.R., 1977, 15.

Pîrvu, C., Studiul ecologic al florei și vegetației lacului Vilioara și transformarea lor sub influența consumatorilor primari. *Hidrobiclogia* Ed. Acad. R.S.R , 1978, 16.

Pîrvu, C., Gavrilă, L., Cercetări privind structura asociațiilor algale din fitoplanctonul, perifitonul și microfitobentosul mlaștinilor Stegardin și Făget, jud. Prahova. Com. și referate. Muz. de St. nat., Ploiești, 1973.

Peterfi, St., Ionescu, Al., Tratat de algologie, vol. I, Ed. Acad. R.S.R., Buc. 1976.

Pleșa, C, Racoviță, Gh., Recherches sur les gours, en tant que milieux aquatiques souterraines. Livre du cinquatenaire de l'Institut de Spéol. „Emile Racovitza", Buc , 1973.

Pop, E., Mlaștinile de turbă și problema ocrotirii lor. Ocrotirea naturii, nr. 1. Ed. Acad. RSR, Buc., 1955.

Pop, E., Mlaștinile de turbă din RPR. Ed. Acad. RPR, Buc. 1960.

Pop, E., Progrese în palinologia românească. Ed. Acad. RSR, București, 1971.

Pop, I., Biogeografie ecologică. Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1977.

Popescu, E.c., Prunescu-Arion, E., Contribuții la studiul faunei bentonice din Dunăre, în regiunea cataractelor (Km. 1042—955) St. cerc. biol., seria, biol. anim. București, 1961, 13, 2.

Popescu-Marinescu, V., Zinevici, V., Componența specifică a zoocenozelor de pe uncle macrofite acvatice dure din Delta Dunării. St. cercet biol. Seria zool., tom 21, 1969.

Popescu, V., Studiul hidrobiologic al brațului Sulina. *Hidrobiclogia*, București, 1963, 4.

Popovici-Băznoșanu, A., Probleme ecologice. Unitățile ecologice II. Mediile ecologice de viață din R. S. România. Cercetări de ecologie animală. Ed. did. și ped , București, 1969.

Pora, A. E., Oros, L. Limnologie și oceanologie. Ed. did. și ped., Buc., 1974.

Precupețu, A., Negru, St., Contribution to the knowledge of the wood wesps (hymenoptera, Siricidae) of the Rumanian People's Republic Fauna. Revue de Biologie VI, 1961, 1.

Precupețu-Zamfirescu, A., Observații asupra dezvoltării și fenologiei lui Tremex fuscicornis în România. Studii și cercet. de biol. Tom. 21, nr 1, Teză de doctorat, București, 1969.

Prunescu-Arion, E., Contributions to the study of bentonic fauna of certain rivers of the zone of the future Iron Gates dam lake. Trav. du Muséum hist. Nat. „Gr. Antipa", Buc. 1968, 8.

Prunescu-Arion, E., Tălău, L., Ghidrobiologhiceskoe izucenie ravninnoi reki Călmățui. Revue de Biologie, București, 1962, 7, 3.

Prunescu-Arion, E., Elian, L., Principalele biocenoze ale unor riuri din sudul Carpaților. Hidrobiol., București, 1966, 7.

Pușcaru, D., Pușcaru, E., Soroceanu, Paucă, A., Serbănescu, I., Beldie, Al, Stefureac, Tr., Cernescu, N., Saghin, F., Creț u, V., Lupan, I., Tascenco, V., Păsunile alpine din Munții Bucegi. Ed. Acad. Buc., 1956.

Rabega, C., Stănescu, R., Rabega, M., Contribuții la chimismul bălții Crapina. Analele Univ. Buc. seria St. naturii, 1968.

Racovitza, E. G., Essais sur les problèmes biospéologiques. Biospeologica I. Arch. Zool Exp. Gén., 1907, 4, 6, 7.

Racoviță, Gh., Cercetări asupra ecologiei Bathysciinaelor cavernicole (Coleoptera, Catopidae) din Munții Apuseni. Teză de doctorat, Inst. de St. Biologice, Buc., 1978.
Racoviță, Gh., Le phénomène de migration chez les Coleoptères cavernicoles. Trav. Inst. Spéol. „Emile Racovitza", 1976, 15.
Roșu, Al., Ungureanu, I., Geografia mediului înconjurător. Ed. did. și ped. București, 1977.
Rouch, R., Bonnet, L., Le système karstique du Baget. IV. Premières données sur la structure et l'organisation de la communauté des Harpacticides. Ann, Spéléol. 1976, 31, 1.
Rouch, R., Contribution à la connaissance des Harpacticides hypogés (Crustacés — Copépodes). Ann. Spéléol. 1968, 21,3 1.
Rudescu, L., Niculescu, C., Chivu, P. I., monografia stufului din Delta Dunării, Ed. Acad. R.S.R. București, 1965.
Russell, R. S., Radioactivity and Human Diet. Fergamon Press, Oxford 1966.
Shepard, F. P., Submarine geology. Harper & Row New York, Evanston, London, 1963.
Skadovski, N. S., Fiziologia ecologică a organismelor acvatice. Ed. Acad. R.P.R., București, 1956.
Spătaru, P., Contribuții la studiul nutriției și relațiilor trofice la pești complexului de bălți Crapina-Jijila (zona inundabilă a Dunării). Teză de doctorat Fac. Biologie, București, 1968.
Stugren, B., Ecologie generală. Edit. did. și ped. București, 1965.
Senchea Natalia, Formarea lacurilor din România. Rev. st. „V. Adamachi" Iași, 1948, XXXIV.
Stef, V., Demayo, B., Trică, V., Stănescu, P., Ionescu, C. A., Poșcu-lescu, G, Gureș, B., Iosif, E., Cercetări complexe asupra lacului sărat Balta Albă. Apele minerale și nămolurile terapeutice din R.S.R., București, 1973, 4.
Trufaș, V., Lacurile din relieful glaciar al munților Suvianu. Meterol. hidrol. gospo. apelor, 1961, 1.
Ujvari, I., Geografia apelor României. Ed. științifică București, 1972.
Ulomski, S. N., Rolul crustaceelor în biomasa generală a planctonului lacurilor. Vses. Ghidrob. obs. (Ural Uniorh), 1951, 3.
Ursu, I, Energia atomică. Ed. științifică, București, 1973.
Vandel, A, Biospéologie. La biologie des animaux cavernicoles. Ed. Gautiher-Villars, Paris, 1964.
Van Dyne G.M. The Ecosystem Concept in Natural Resource Management Academia Press, New York, London, 1969.
Zamfirescu, N. și colab., Fitothenie, Vol. I, Edit. Agrosilvică București, 1964.
Zamfir, Gh., Poluarea mediului ambiant, Vol. II, Ed. Junimea, Iași, 1975.
Zernov, S., Obsceaia ghidrobiologhiia. Izd. Acad. Nauk, SSSR, Moskva Leningrad, 1949.
Zinevici, V., Considerații asupra răspîndirii anghilei (Anguilla anguilla L.) în sectorul românesc al Dunării și la gurile sale. Hidrobiologia, București, 1967, 8.
Welch, P., Limnology, second edition. McGraw-Hill Book Company Inc., New York — Toronto, London, 1952.
Whittaker, R. N., Communities and Ecosystems. Macmillan Comp., London, 1972.

Redactor: Dr. ing. NELI CĂLIN
Tehnoredactor: EUGENIA CERNEA

Coli editoriale: 27,12. Coli de tipar 19.
Bun de tipar 10.V.1980. Apărut: 1980.

Tiparul executat sub comanda nr. 870 la
Întreprinderea poligrafică
„13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97
București,
Republica Socialistă România

ERATĂ

Pag:	*Rîndul:*	*În loc de:*	*Se va citi:*
6	25 de sus	P. Paucă	M. Paucă-Comănescu
82	Flg. 15	Lanţuri trofice	Factori abiotici

Lei 31



EDITURA CERES